

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

ФГБОУ ВО «Марийский
государственный университет»,
424000, Российская Федерация,
Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1

Зарегистрирован
Федеральной службой
по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-75884 от 30.05.2019 г.)

Подписной индекс в каталоге
«Газеты. Журналы»
ОАО «Агентство «Роспечать» 80820
Тел.: (8362) 68-79-97 (1565)

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

424002, Российская Федерация,
Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Кремлевская, 44,
переход, к. 303

e-mail: vestnik.margu@mail.ru

<http://vestnik.marsu.ru>

Территория распространения:
Российская Федерация,
зарубежные страны

Оригинал-макет подготовлен к печати
в редакции научных журналов
ФГБОУ ВО «Марийский государственный
университет». 424002, г. Йошкар-Ола,
ул. Кремлевская, 44, переход, к. 303
и отпечатан в типографии «Принтекс».
424000, г. Йошкар-Ола, бул. Победы, 14

Тем. план 2021 г. № 45.

Подписано в печать 25.10.2021 г.

Дата выхода в свет 25.10.2021 г.

Формат 60×84/8. Усл. печ. л. 14,65.

Уч.-изд. л. 10,32. Тираж 500.

Цена свободная.

Литературные редакторы
О. С. Крылова, Е. А. Бухвалова,
П. Г. Марченко

Перевод
Е. А. Бухвалова

Компьютерная верстка
Г. И. Галлямова

Дизайн обложки
И. В. Шишкарева

© ФГБОУ ВО «Марийский
государственный университет», 2021

ISSN 2411-9687

Том 7. № 3. 2021

Сквозной номер выпуска – 27



ВЕСТНИК

**МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**Серия «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ.
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

Научный журнал

DOI 10.30914/2411-9687



В Е С Т Н И К

МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Журнал входит в международный справочник научных изданий Ulrichsweb Global Serials Directory.

Включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (с 11.10.2017 г.) по следующим научным специальностям (уточнение от 28.12.2018):

- 06.01.01 – Общее земледелие растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.07 – Защита растений (сельскохозяйственные науки),
- 06.02.01 – Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки),
- 06.02.03 – Ветеринарная фармакология с токсикологией (биологические науки),
- 06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза (биологические науки),
- 06.02.07 – Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных (биологические науки),
- 06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки),
- 08.00.01 – Экономическая теория (экономические науки),
- 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки),
- 08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит (экономические науки),
- 08.00.12 – Бухгалтерский учет, статистика (экономические науки),
- 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки),
- 08.00.14 – Мировая экономика (экономические науки).

Журнал осуществляет научное рецензирование («двойное слепое») всех поступающих в редакцию материалов с целью экспертной оценки. Редакция журнала направляет копии рецензий в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации при поступлении соответствующего запроса. Журнал придерживается стандартов редакционной этики в соответствии с международной практикой редактирования, рецензирования, изданий и авторства научных публикаций и рекомендациями Комитета по этике научных публикаций. Точка зрения редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.

Наименование и содержание рубрик журнала соответствуют отраслям науки и группам специальностей научных работников в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников:

- 06.00.00 – Сельскохозяйственные науки;
- 08.00.00 – Экономические науки.

Цель издания – распространение научного знания, информационное сопровождение достижений ученых в области сельскохозяйственных и экономических наук.

Включен и индексируется в:

Академия Google, East View, ePrints, РИНЦ, Ulrich's Periodicals Directory, «КиберЛенинка», EBSCO.

Выходит с 2015 года.

Периодичность издания: 4 раза в год.

FOUNDER AND PUBLISHER:

Mari State University,
1 Lenin Sq., 424000, Yoshkar-Ola,
Mari El, Russian Federation

Journal Registration Certificate
for print publication no. ФС 77-75884
issued by the Federal Service
for Supervision of Communications,
Information Technology and Mass
Media on May 30, 2019

Subscription index in the catalog
“Newspapers. Journals”

“Agency “Rospechat” 80820

Telephone: (8362) 68-79-97 (1565)

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

44 Kremlevskaya St.,
office 303 (passage), Yoshkar-Ola,
424002, Republic of Mari El,
Russian Federation

e-mail: vestnik.margu@mail.ru

<http://vestnik.marsu.ru>

Distributed in the Russian Federation
and foreign countries

The layout original was prepared
for printing in the editorial board
of academic journals of the Mari State
University, 44 Kremlevskaya St.,
office 303 (passage), Yoshkar-Ola, 424002
and was printed at the printing house
“Printecs”. 14 Victory Boulevard,
Yoshkar-Ola, 424002

Thematic plan of 2021 no. 45.

Signed to print 25.10.2021.

Date of publishing 25.10.2021.

Sheet size 60×84/8.

Conventional printed sheets 14,65.

Number of copies 500.

Free price

Editor

O.S. Krylova, E.A. Bukhvalova,

P. G. Marchenko

Translation

E.A. Bukhvalova

Desktop publishing

G.I. Gallyamova

Cover design

I.V. Shishkareva

© Mari State University, 2021

ISSN 2411-9687

Vol. 7, no. 3. 2021

Continuous issue – 27



VESTNIK

OF THE MARI STATE UNIVERSITY

Chapter “AGRICULTURE. ECONOMICS”

Scientific journal

DOI 10.30914/2411-9687



VESTNIK

OF THE MARI STATE UNIVERSITY

Chapter "AGRICULTURE. ECONOMICS"

The journal is indexed and archived in the international directory of scientific publications Ulrichsweb Global Serials Directory.

The journal is included in the List of Russian peer-reviewed scientific journals, where the main scientific results of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences theses (since 11.10.2017), on the following scientific specialties should be published (updated from 28.12.2018):

- 06.01.01 – General Agriculture, Crop Production (Agricultural Sciences),
- 06.01.04 – Agrochemistry (Agricultural Sciences),
- 06.01.05 – Breeding and Seed Production of Agricultural Plants (Agricultural Sciences),
- 06.01.07 – Plant Protection (Agricultural Sciences).
- 06.02.01 – Diagnosis and Treatment of Animal Diseases, Pathology, Oncology and Morphology of Animals (Veterinary Sciences),
- 06.02.03 – Veterinary Pharmacology and Toxicology (Biological Sciences),
- 06.02.05 – Veterinary Sanitation, Ecology, Zoo-hygiene and Veterinary-sanitary Examination (Biological Sciences),
- 06.02.07 – Breeding, Selection and Genetics of Farm Animals (Biological Sciences),
- 06.02.10 – Private Zootechny, Production Technology of Livestock Products (Agricultural Sciences),
- 08.00.01 – Economic Theory (Economics),
- 08.00.05 – Economics and Management of National Economy (by branches and spheres of activity) (Economics),
- 08.00.10 – Finance, Money Circulation and Credit (Economics),
- 08.00.12 – Accounting, Statistics (Economics),
- 08.00.13 – Mathematical and Instrumental Methods of Economics (Economics),
- 08.00.14 – World Economy (Economics).

The journal carries out the reviewing (scientific double-blind peer-review) of all submitted materials with the view of their expert assessment. The editorial board sends review copies to the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation upon request. The journal adheres to the standards of editorial ethics in accordance with international practice of editing, reviewing, publishing and authorship of scientific publications and the recommendations of the Committee on Publication Ethics (COPE).

The name and content of the headings of the scientific journal "Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics" correspond to the branches of science and groups of specialties of scientific workers, in accordance with the Nomenclature of specialties of scientific workers:

- 06.00.00 – Agricultural sciences;
- 08.00.00 – Economics.

The point of view of the editorial board may not coincide with the point of view of the authors.

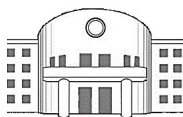
The purpose of the publication is the dissemination of scientific knowledge, information support of scientific achievements in the field of agricultural and economic sciences.

The journal is indexed and archived by:

Academy Google, East View, ePrints, RSCI, Ulrich's Periodicals Directory, "CyberLeninka", EBSCO.

Published since 2015.

Publication frequency: quarterly.



Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»

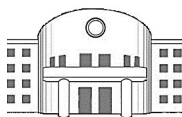
Выходит 4 раза в год

Главный редактор: **Баталова Галина Аркадьевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация, g.batalova@mail.ru

Ответственный секретарь: **Крылова Ольга Сергеевна**, зав. редакцией научных журналов, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация, vestnik.margu@mail.ru

Редакционная коллегия:

Газетдинов Миршарип Хасанович	доктор экономических наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет (Казань), mirsharip@yandex.ru
Ганиева Ирина Александровна	доктор экономических наук, доцент, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт (Кемерово), ikolesni@mail.ru
Гриб Станислав Иванович	доктор сельскохозяйственных наук, академик Национальной академии наук Беларуси, профессор, иностранный член (академик) РАН, иностранный член Национальной академии аграрных наук Украины, Научно-практический центр по земледелию Национальной академии наук Беларуси (Жодино, Республика Беларусь), tritcale@tut.by
Забиякин Владимир Александрович	доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), zabiakin@marsu.ru
Кадиков Ильнур Равилович	доктор биологических наук, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (Казань), vnivi@mail.ru
Козлова Людмила Михайловна	доктор сельскохозяйственных наук, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (Киров), zemledele_niish@mail.ru
Курманова Лилия Рашидовна	доктор экономических наук, доцент, Башкирский государственный университет (Уфа), kurmanova_ugaes@mail.ru
Лисицын Евгений Михайлович	доктор биологических наук, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (Киров), edaphic@mail.ru
Марчук Андрей Станиславович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Университет естественных наук (Люблин, Польша), roman@ibmer.waw.pl
Марьина-Чермных Ольга Геннадьевна	доктор биологических наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), oly6045@yandex.ru
Матвеева Елена Лаврентьевна	доктор биологических наук, доцент, Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирязева (ИЭУП) (Казань), matveeva@ieml.ru
Матросова Лилия Евгеньевна	доктор биологических наук, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (Казань), M.Lilia.Evg@yandex.ru
Новоселов Сергей Иванович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), serg.novoselov2011@yandex.ru
Папуниди Константин Христофорович	доктор ветеринарных наук, профессор, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (Казань), vetvrach-vnivi@mail.ru
Полухина Анна Николаевна	доктор экономических наук, доцент, Поволжский государственный технологический университет (Йошкар-Ола), PoluhinaAN@volgatech.net
Привалов Федор Иванович	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, Научно-практический центр по земледелию Национальной академии наук Беларуси (Жодино, Республика Беларусь), privolov_f@tut.by
Романюк Вацлав	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт технологических и естественных наук (Фаленты, Польша), roman@ibmer.waw.pl
Савиных Петр Алексеевич	доктор технических наук, профессор, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (Киров), peter.savinyh@mail.ru
Саитов Вадим Расимович	доктор биологических наук, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (Казань), sinsavara@yandex.ru
Сарычева Татьяна Владимировна	доктор экономических наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), tvdolmatova@bk.ru
Смоленцев Сергей Юрьевич	доктор биологических наук, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), smolentsev82@mail.ru
Урбан Эрома Петрович	доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор, Научно-практический центр по земледелию Национальной академии наук Беларуси (Жодино, Республика Беларусь), npz@tut.by
Царегородцев Евгений Иванович	доктор экономических наук, профессор, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), evgts@marsu.ru
Чайкова Андреа	PhD, Университет Кирилла и Мефодия (Трнава, Словацкая Республика), Andrea.Cajkova@vsdanubius.sk
Швецов Андрей Владимирович	доктор экономических наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), shvetsoff@rambler.ru
Шешегова Татьяна Кузьмовна	доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (Киров), immumitet@fanc-sv.ru
Щенникова Ирина Николаевна	доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (Киров), i.schennikova@mail.ru
Changzhong Ren	доктор наук, иностранный член Российской академии наук, академик, Байченская академия сельскохозяйственных наук (провинция Цзялинь, Китай)



VESTNIK OF THE MARI STATE UNIVERSITY
CHAPTER "AGRICULTURE. ECONOMICS"

Published since 2015

Founder and publisher: Mari State University

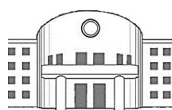
The journal is issued 4 times a year

Editor-in-chief: **Galina A. Batalova**, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation, g.batalova@mail.ru

Executive editor: **Olga S. Krylova**, Head of the editorial board of scientific journals, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation, vestnik.margu@mail.ru

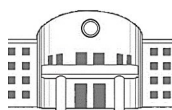
Editorial board:

Mirsharip H. Gazetdinov	Dr. Sci. (Economics), Professor, Kazan State Agricultural University (Kazan), mirsharip@yandex.ru
Irina A. Ganieva	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Kemerovo State Agricultural Institute (Kemerovo), ikolesni@mail.ru
Stanislav I. Grib	Dr. Sci. (Agriculture), Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Professor, Foreign Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Foreign Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Research and Practical Center for Arable Farming of the National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Republic of Belarus), triticale@tut.by
Vladimir A. Zabiyaikin	Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), zabiyaikin@marsu.ru
Ilnur R. Kadikov	Dr. Sci. (Biology), Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (Kazan), vnivi@mail.ru
Lyudmila M. Kozlova	Dr. Sci. (Agriculture), Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky (Kirov), zemledel_niish@mail.ru
Lilija R. Kurmanova	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Bashkir State University (Ufa), kurmanova_uages@mail.ru
Eugene M. Lisitsyn	Dr. Sci. (Biology), Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky (Kirov), edaphic@mail.ru
Anzhei S. Marchuk	Dr. Sci. (Agriculture), Professor, University of Life Sciences (Lublin, Poland), roman@ibmer.waw.pl
Olga G. Maryina-Chernykh	Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), oly6045@yandex.ru
Elena L. Matveeva	Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Kazan Innovative University named after V.G. Timiryasov (IEML) (Kazan), matveeva@ieml.ru
Liliya E. Matrosova	Dr. Sci. (Biology), Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (Kazan), M.Lilia.Evg@yandex.ru
Sergey I. Novoselov	Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), serg.novoselov2011@yandex.ru
Konstantin Kh. Papunidi	Dr. Sci. (Veterinary), Associate Professor, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (Kazan), vetvrach-vnivi@mail.ru
Anna N. Polukhina	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola), PolukhinaAN@volgatech.net
Fedor I. Privalov	Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Research and Practical Center for Arable Farming of the National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Republic of Belarus), privalov_f@tut.by
Vatslav Romanyuk	Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Institute of Technology and Life Sciences (Falenty, Poland), roman@ibmer.waw.pl
Petr A. Savinykh	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky (Kirov), peter.savinykh@mail.ru
Vadim R. Saitov	Dr. Sci. (Biology), Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (Kazan), sinsavara@yandex.ru
Tatyana V. Sarycheva	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), tvdolmatova@bk.ru
Sergey Yu. Smolentsev	Dr. Sci. (Biology), Mari State University (Yoshkar-Ola), smolentsev82@mail.ru
Eroma P. Urban	Dr. Sci. (Agriculture), Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Research and Practical Center for Arable Farming of the National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Republic of Belarus), npz@tut.by
Evgeny I. Tsaregorodtsev	Dr. Sci. (Economics), Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), evgts@marsu.ru
Andrea Chaikova	Ph. D., University of St. Cyril and Methodius (Trnava, Slovak Republic), Andrea.Cajkova@vsdanubius.sk
Andrey V. Shvetsov	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), shvetsoff@rambler.ru
Tatyana K. Sheshhegova	Dr. Sci. (Biology), Senior Researcher, Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky (Kirov), immunitet@fanc-sv.ru
Irina N. Shchennikova	Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky (Kirov), i.schennikova@mail.ru
Changzhong Ren	Ph.D., Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Academician, Baicheng Academy of Agricultural Sciences (Jilin Province, China)



СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	209
<i>Л. А. Гараева, С. И. Новоселов</i> Влияние многолетних трав на условия питания и урожайность яровой пшеницы	209
<i>Е. С. Закамская, Е. А. Скочилова</i> Оценка хлоридного засоления почвогрунтов на территории города Йошкар-Олы	218
<i>А. А. Иванов, О. А. Столярова, А. В. Шатова, Ю. В. Решеткина</i> Современное состояние и перспективы развития мясного скотоводства в условиях лесостепной зоны на примере Пензенской области.....	227
<i>Н. Н. Мишина</i> Специфическая терапия при микотоксикозах животных.....	236
<i>А. И. Самсонов</i> Культура клеток как объект для оценки токсичности микотоксинов и средств защиты in vitro (обзор).....	242
<i>Э. И. Семёнов, Г. Н. Нигматулин, А. Ю. Лихачева, Н. М. Василевский</i> Испытания рецептур кормовой добавки для яичного птицеводства	251
<i>С. А. Семёнова, Ю. В. Красовская, Ф. М. Нургалиев</i> Поиск антагонистов продуцентов микотоксинов	259
<i>Е. А. Скочилова, Е. С. Закамская</i> Влияние ионов хлора на содержание фотосинтетических пигментов в проростках овса посевного и горчицы белой	266
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	275
<i>Н. М. Гурьянова, Э. И. Позубенкова, Ю. Ю. Рассыпнова</i> Оценка качества жизни населения как основы формирования социальной ответственности бизнеса	275
<i>А. А. Иванов, С. Н. Алексеева, Т. Н. Чуворкина, О. Ф. Кадыкова</i> Развитие производства зернобобовых культур и сои – фактор динамичного развития аграрного сектора региона на примере Пензенской области.....	284
<i>М. В. Казаковцева</i> Внедрение риск-ориентированного финансового менеджмента в сфере государственного управления	295
<i>Т. В. Сарычева, М. Г. Сергеева</i> Структурно-динамический анализ импорта и экспорта угольного топлива на мировом угольном рынке	301
<i>М. В. Стафиевская</i> АВС-метод в учете сельскохозяйственных предприятий	315



CONTENTS

AGRICULTURE..... 209

L. A. Garaeva, S. I. Novoselov

Influence of perennial grasses on nutrition conditions and yield of spring wheat.....209

E. S. Zakamskaya, E. A. Skochilova

Analysis of chloride salinization of soils in the city of Yoshkar-Ola218

A. A. Ivanov, O. A. Stolyarova, A. V. Shatova. Yu. V. Reshetkina

The current state and prospects for the development of beef cattle
breeding in the forest-steppe zone on the example of the Penza region227

N. N. Mishina

Specific therapy for mycotoxicosis of animals236

A. I. Samsonov

Cell culture as an object for assessing the toxicity of mycotoxins
and in vitro protective agents (review).....242

E. I. Semenov, G. N. Nigmatulin, A. Yu. Likhacheva, N. M. Vasilevskiy

Testing of feed additive formulations for egg poultry farming.....251

S. A. Semenova, Yu. V. Krasovskaya, F. M. Nurgaliev

Search for mycotoxin producer antagonists.....259

E. A. Skochilova, E. S. Zakamskaya

Chlorine ions effect on the content of photosynthetic pigments
in seedlings of common oats and white mustard.....266

ECONOMICS 275

N. M. Guryanova, E. I. Pozubenkova, Y. Y. Rassypnova

Assessment of the quality of life of the population as the basis
for the formation of business social responsibility.....276

A. A. Ivanov, S.N. Alekseeva, T. N. Suvorkina, O. F. Kadykova

Development of the production of leguminous crops and soybeans is a factor of the dynamic
development of the agricultural sector of the region on the example of the Penza region284

M. V. Kazakovtseva

Implementation of risk-based financial management in public administration295

T. V. Sarycheva, M. G. Sergeeva

Structural and dynamic analysis of coal fuel import and export
on the global coal market301

M. V. Stafievskaya

ABC method in accounting of agricultural enterprises.....315



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

AGRICULTURE

УДК 633.11+633.2

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-209-217

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА УСЛОВИЯ ПИТАНИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Л. А. Гараева, С. И. Новоселов

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Изучено влияние удобрений и предшественников на урожайность и химический состав яровой пшеницы. Выявлено, что более высокая урожайность зерна яровой пшеницы до 3,22 т/га была получена в благоприятном 2013 году. В 2014 и 2015 годах урожайность зерна была ниже и не превышала 2,71 т/га. Положительное влияние на формирование урожайности зерна яровой пшеницы оказывали минеральные удобрения. В среднем за 3 года прибавки от их применения в зависимости от предшественников составили от 0,66 т/га до 0,88 т/га. При возделывании яровой пшеницы, как без применения минеральных удобрений, так и на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$, наименьшее количество белка соответственно 13,3 % и 14,3 %, клейковины 24,0 % и 26,9 % и масс 1000 зерен 40,1 г и 41,7 г имело зерно, выращенное при размещении яровой пшеницы по злаковому предшественнику. При возделывании яровой пшеницы по клеверу красному без применения минеральных удобрений содержание белка в зерне возросло до 13,5 %, а при их применении – до 14,6 %. Количество клейковины увеличилось и составило соответственно 24,8 % и 27,4 %. Масса 1000 зерен соответственно составила 41,5 % и 43,5 %. Возделывание яровой пшеницы по бобово-злаковой травосмеси обеспечило накопление белка в зерне на удобренном фоне 13,5 %, а при применении минеральных удобрений 14,6 %. Содержание клейковины в зерне соответственно составило 24,3 % и 27,2 %. Масса 1000 зерен при возделывании яровой пшеницы без применения минеральных удобрений составила 41,3 %, а при их применении 43,1 %.

Ключевые слова: многолетние травы, удобрения, яровая пшеница, урожайность, химический состав

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гараева Л. А., Новоселов С. И. Влияние многолетних трав на условия питания и урожайность яровой пшеницы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 209–217. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-209-217>

INFLUENCE OF PERENNIAL GRASSES ON NUTRITION CONDITIONS AND YIELD OF SPRING WHEAT

L. A. Garaeva, S. I. Novoselov

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. The effect of fertilizers and precursors on the yield and chemical composition of spring wheat has been studied. It was revealed that a higher yield of spring wheat grain up to 3.22 t/ha was obtained in a favorable 2013. In 2014 and 2015, the grain yield was lower and did not exceed 2.71 t/ha. Mineral fertilizers had a positive effect on the formation of spring wheat grain yield. On average, over 3 years, the gains from their use, depending on their predecessors, ranged from 0.66 t/ha to 0.88 t/ha. When cultivating spring wheat, both without the use of mineral fertilizers, and against the background of $N_{30}P_{60}K_{60}$, the smallest amount of protein, respectively 13.3 %

and 14.3 %, gluten – 24.0 % and 26.9 %, and the weight of 1000 grains – 40.1 g and 41.7 g, had grain grown when placing spring wheat on the cereal predecessor. When cultivating spring wheat on red clover without the use of mineral fertilizers, the protein content in the grain increased to 13.5 %, and when they were used to 14.6 %. The amount of gluten increased and amounted to 24.8 % and 27.4 %, respectively. The weight of 1000 grains was 41.5 % and 43.5 %, respectively. The cultivation of spring wheat by legume-cereal grass mixture ensured the accumulation of protein in the grain on a non-fertilized background of 13.5 %, and with the use of mineral fertilizers 14.6 %. The gluten content in the grain was 24.3 % and 27.2 %, respectively. The weight of 1000 grains in the cultivation of spring wheat without the use of mineral fertilizers was 41.3 %, and when they were used 43.1 %.

Key words: perennial grasses, fertilizers, spring wheat, yield, chemical composition

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Garaeva L. A., Novoselov S. I. Influence of perennial grasses on nutrition conditions and yield of spring wheat. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 209–217. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-209-217>

Введение

В получении стабильных урожаев сельскохозяйственных культур одним из определяющих факторов является питание растений. Максимальная урожайность достигается тогда, когда растения обеспечены питательными веществами почвы и удобрений в достаточных количествах и в оптимальных соотношениях. Несбалансированное питание приводит к снижению урожайности и ухудшению качества продукции [6]. Технологии, позволяющие получать стабильные урожаи, должны обеспечивать воспроизводство плодородия почвы [11; 13; 14]. В современном земледелии востребованными являются такие технологии, которые адаптированы к современным условиям землепользования и являются экологически безопасными [5; 7; 8]. Их особенностью является максимальное использование биологических факторов, одним из которых выступают многолетние травы [2; 3; 4]. Они, оказывая положительное влияние на условия питания растений, фитосанитарное состояние агроценозов, свойства почвы, обеспечивают существенное повышение урожайности сельскохозяйственных культур и пополнение почвы органическим веществом [10; 11].

Яровая пшеница предъявляет повышенные требования к плодородию почвы и условиям питания. При формировании урожая зерна она больше потребляет питательных веществ по сравнению с другими зерновыми культурами. Основным приемом улучшения условий питания растений является правильный выбор предшественников и обеспечение сбалансированного минерального питания. Одним из лучших пред-

шественников яровой пшеницы являются многолетние травы [1]. Они повышают плодородие почвы, ее микробиологическую активность, улучшают ее фитосанитарное состояние, что обеспечивает повышение урожайности [9]. Однако их эффективность зависит от вида травосмесей. Выявление влияния многолетних трав на урожайность и качество зерна яровой пшеницы является важной научной и практической задачей.

Результаты исследований по изучению эффективности злаковых, бобовых и бобово-злаковых травосмесей на условия питания и урожайность зерна яровой пшеницы представлены в данной работе. Целью являлось изучение влияния многолетних трав и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы.

Схема опыта и методика исследований

Влияние многолетних трав на урожайность и качество зерна яровой пшеницы изучали на дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почве опытного поля Марийского государственного университета. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы перед закладкой опытов были следующими: содержание гумуса (по Тюрину) 2,1–2,3 %, содержание P_2O_5 и K_2O (в вытяжке Кирсанову) соответственно 222–250 и 170–195 мг/кг, $PH(kCl)$ 5,8–6,0, сумма поглощенных оснований (по Каппену–Гильковицу) 9,0–11,0 и гидролитическая (по Каппену) –1,3–1,5 мг-экв. на 100 г почвы.

Опыт был заложен на трех полях, в трехкратной повторности. Яровую пшеницу выращивали по 3 предшественникам: клевер красный, тимopheevka полевая и смесь клевера красного

и тимофеевки полевой и двум фонам минерального питания: 1. Контроль, 2. $N_{30}P_{60}K_{60}$. Указанные дозы удобрений в виде N_{aa} , P_{cg} , K_x вносили под предпосевную культивацию почвы вручную, взброс, согласно схеме опыта. Общая площадь делянки – 108 м², учетной – 80 м².

Агротехника возделывания яровой пшеницы – общепринятая для условий республики. Уборку урожая проводили в фазу полной спелости зерна яровой пшеницы комбайном СК-5 «Нива» напрямую, поделаячно. Отбор образцов почвы и растений проводили по стандартным методикам, агрохимические анализы осуществляли в аккредитованной лаборатории. Статистическую обработку урожайных данных проводили по Б. А. Доспехову.

Результаты исследований

Как показали исследования, на урожайность яровой пшеницы влияли изучаемые факторы и метеорологические условия. Более высокая уро-

жайность зерна яровой пшеницы до 3,22 т/га была получена в благоприятном 2013 году. В 2014 и 2015 годах урожайность зерна была ниже и не превышала 2,71 т/га (табл.1). Положительное влияние на формирование урожайности зерна яровой пшеницы оказывали минеральные удобрения. В среднем за 3 года прибавки от их применения в зависимости от предшественников составили от 0,66 т/га до 0,88 т/га. Выращивание яровой пшеницы без удобрений по пласту клевера красного обеспечило получение 1,88 т/га зерна. При применении $N_{30}P_{60}K_{60}$ урожайность возросла до 2,69 т/га. Несколько меньшая урожайность была получена при выращивании яровой пшеницы по смеси клевера красного и тимофеевки луговой. На удобренном фоне она составила 1,73 т/га, а при применении $N_{30}P_{60}K_{60}$ 2,61 т/га. Наименьшая урожайность зерна была получена при выращивании яровой пшеницы по пласту тимофеевки луговой. Урожайность составила 1,49 т/га, а на удобренном фоне – 2,15 т/га.

Таблица 1 / Table 1

Урожайность яровой пшеницы, т/га / Spring wheat yield, t / ha

Предшественник / Predecessor	Удобрения / Fertilizers	2013 г.	2014 г.	2015 г.	В среднем за 3 года / Average for 3 years
Клевер красный	Без удобрений	2,34	1,51	1,79	1,88
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	3,22	2,21	2,66	2,69
Тимофеевка луговая	Без удобрений	2,01	1,38	1,07	1,49
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	2,91	2,04	1,49	2,15
Клевер красный + Тимофеевка луговая	Без удобрений	2,14	1,42	1,63	1,73
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	3,07	2,05	2,71	2,61

Важнейшими показателями качества зерна яровой пшеницы являются содержание белка и клейковины (табл. 2). Исследования показали, что при возделывании яровой пшеницы, как без применения минеральных удобрений, так и на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$, наименьшее количество белка соответственно 13,3 % и 14,3 %, клейковины 24,0 % и 26,9 % и массу 1000 зерен 40,1 г и 41,7 г имело зерно, выращенное при размещении яровой пшеницы по злаковому предшественнику. При возделывании яровой пшеницы

по клеверу красному без применения минеральных удобрений содержание белка в зерне возросло до 13,5%, а при их применении – до 14,6 %. Количество клейковины увеличилось и составило соответственно 24,8 % и 27,4 %. Масса 1000 зерен соответственно составила 41,5 % и 43,5 %. Возделывание яровой пшеницы по бобово-злаковой травосмеси обеспечило накопление белка в зерне на удобренном фоне 13,5 %, а при применении минеральных удобрений 14,6 %. Содержание клейковины в зерне соответственно

составило 24,3 % и 27,2 %. Масса 1000 зерен при возделывании яровой пшеницы без применения минеральных удобрений составила 41,3 %, а при их применении 43,1 %.

Таблица 2 / Table 2

Качество зерна яровой пшеницы (среднее за 3 года) / Quality of spring wheat grain (average for 3 years)

Предшественник / Predecessor	Удобрения / Fertilizers	Белок, % / Protein, %	Клейковина, % / Gluten, %	Масса 1000 зерен / Weight of 1000 grains
Клевер красный	Без удобрений	13,5	24,8	41,5
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	14,6	27,4	43,5
Тимофеевка луговая	Без удобрений	13,4	24,0	40,1
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	14,3	26,9	41,7
Клевер красный + Тимофеевка луговая	Без удобрений	13,5	24,3	41,3
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	14,6	27,2	43,1

Контроль динамики содержания элементов питания в растениях показал, что выращивание яровой пшеницы по изучаемым предшественникам на неудобренном фоне в фазы кушения, выхода в трубку и колошения не оказало существенного влияния на потребление P₂O₅ и K₂O (табл. 3). Раз-

личия проявлялись только в условиях азотного питания. Содержание азота в растениях было выше при размещении яровой пшеницы по пласту клевера красного. Минимальное содержание азота в растениях яровой пшеницы было при выращивании ее по тимофеевке луговой.

Таблица 3 / Table 3

Динамика содержания элементов питания в растениях яровой пшеницы по фазам вегетации, % на абс. сухое вещество (среднее за 3 года) / Dynamics of the content of nutrients in spring wheat plants by vegetation phases, % per abs. dry matter (average for 3 years)

Предшественники / Predecessors	Удобрения / Fertilizers	Фазы вегетации / Vegetation phases								
		Кушение / Tillering			Выход в трубку / Booting			Колошение / Earing		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Клевер красный	Без удобрений	3,01	0,85	3,06	1,23	0,57	2,42	1,13	0,50	2,31
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3,31	0,85	3,25	1,45	0,84	2,69	1,30	0,84	2,63
Тимофеевка луговая	Без удобрений	2,82	0,85	3,07	1,20	0,57	2,41	0,98	0,50	2,33
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3,14	0,85	3,26	1,30	0,89	2,70	1,08	0,85	2,64

Окончение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Клевер красный + Тимофеевка луговая	Без удобрений	2,91	0,85	3,08	1,21	0,57	2,41	1,08	0,51	2,33
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3,27	0,85	3,25	1,35	0,93	2,70	1,25	0,85	2,65

Положительное влияние на содержание питательных элементов в растениях яровой пшеницы оказали минеральные удобрения. В фазу кущения в растениях, выращенных на фоне N₃₀P₆₀K₆₀, возросло содержание азота и калия и не изменялось содержание фосфора. В последующие фазы содержание азота, фосфора и калия в растениях яровой пшеницы, выращенных при применении минеральных удобрений, было выше.

Химический анализ зерна и соломы выявил различия в химическом составе урожая яровой пшеницы, выращиваемой по разным предшественникам и фонам минерального питания. Во все годы исследований содержание в зерне азота, фосфора и калия при выращивании яровой пшеницы без применения минеральных удобрений по всем предшественникам было одинаковым (табл. 4). Внесение минеральных удобрений влияло на содержание в зерне элементов питания следующим образом. В 2013 году максимальное содержание азота 2,77 и 2,78 %, фосфора 0,85 и 0,87 %, калия 0,35 и 0,36 % было в зерне яровой пшеницы, выращенной по клеверу красному и смеси клевера красного с тимофеевкой луговой. В 2014 году применение минеральных удобрений сказалось только на изменении содержания в зерне фосфора и калия. Содержание фосфора повысилось на 0,04 %, а калия на 0,03 %. В 2015 году при применении минеральных удобрений в зерне повышалось содержание азота, фосфора и калия. При этом максимальное содержание азота 2,28 % было в зерне яровой пшеницы, выращенной по клеверу красному.

Внесение минеральных удобрений влияло на содержание в зерне элементов питания следующим образом. В 2013 году максимальное содержание азота 2,77 и 2,78 %, фосфора 0,85 и 0,87 %, калия 0,35 и 0,36 % было в зерне яровой пшеницы, выращенной по клеверу красному и смеси клевера красного с тимофеевкой луговой. В 2014 году применение минеральных удобрений сказалось только на изменении содержания в зерне фосфора и калия. Содержание фосфора повысилось на 0,04 %, а калия на 0,03 %. В 2015 году при применении минеральных удобрений в зерне повышалось содержание азота, фосфора и калия. При этом максимальное содержание азота 2,28 % было в зерне яровой пшеницы, выращенной по клеверу красному.

Таблица 4 / Table 4

Содержание элементов питания в зерне яровой пшеницы, % на абсолютно сухое вещество /
The content of nutrition elements in spring wheat grain, % per absolutely dry substance

Предшественник / Predecessors	Удобрения / Fertilizers	2013 г.			2014 г.			2015 г.		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Клевер красный	Без удобрений	2,54	0,82	0,33	2,52	0,96	0,49	1,96	0,94	0,44
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	2,78	0,85	0,35	2,52	1,00	0,52	2,28	0,99	0,51
Тимофеевка луговая	Без удобрений	2,50	0,82	0,35	2,50	0,96	0,49	1,95	0,94	0,44
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	2,71	0,84	0,35	2,52	1,00	0,52	2,21	0,99	0,51
Клевер красный + Тимофеевка луговая	Без удобрений	2,35	0,82	0,33	2,52	0,96	0,49	1,95	0,94	0,44
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	2,77	0,87	0,36	2,54	0,99	0,52	2,26	0,99	0,51

Применение минеральных удобрений положительно сказалось на содержании элементов питания в соломе яровой пшеницы (табл. 5). Вы-

ращивание яровой пшеницы по разным предшественникам не влияло на содержание питательных веществ в соломе.

Таблица 5 / Table 5

Содержание элементов питания в соломе яровой пшеницы, % на абсолютно сухое вещество (по годам) /
The content of nutrients in spring wheat straw, % per absolutely dry substance (by years)

Предшественники / Predecessors	Удобрения / Fertilizers	2013 г.			2014 г.			2015 г.		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Клевер красный	Без удобрений	0,50	0,11	0,90	0,36	0,09	1,05	0,46	0,18	0,84
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0,56	0,16	1,04	0,42	0,14	1,18	0,54	0,26	1,10
Тимофеевка луговая	Без удобрений	0,49	0,11	0,88	0,34	0,10	1,01	0,46	0,19	0,83
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0,52	0,16	1,01	0,41	0,15	1,20	0,55	0,26	1,09
Клевер красный + Тимофеевка луговая	Без удобрений	0,50	0,12	0,89	0,36	0,09	1,02	0,46	0,19	0,84
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	0,56	0,16	1,03	0,41	0,14	1,19	0,54	0,26	1,10

Вынос элементов питания растениями определяется уровнем урожайности основной и побочной продукции и содержания в них питательных веществ. В проведенных исследованиях с улучшением условий питания яровой пшеницы увеличивалась урожайность и повышалась концентрация азота, фосфора и калия в основной и побочной продукции и, как следствие этого, повышался вы-

нос их с урожаем (табл. 6). Наименьший вынос азота 41,2, кг/га фосфора 15,1 и калия 19,7 кг/га с урожаем зерна и соломы был в вариантах без применения удобрений при возделывании яровой пшеницы по тимофеевке луговой. При возделывании яровой пшеницы по пласту клевера красного вынос был существенно выше и составил: азота 52,6 кг/га, фосфора 19,2 кг/га и калия 25,0 кг/га.

Таблица 6 / Table 6

Вынос элементов питания с зерном и соломой и затраты на формирование 1 т зерна яровой пшеницы (среднее за 3 года) / Removal of nutrients with grain and straw and the cost of forming 1 ton of spring wheat grain (average for 3 years)

Предшественник / Predecessor	Удобрения / Fertilizers	Общий вынос, кг/га / Total removal, kg/ ha			На 1 т зерна с учетом побочной продукции, кг/т / For 1 ton of grain, taking into account by-products, kg / t		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8
Клевер красный	Без удобрений	52,6	19,2	25,0	28,0	10,2	13,3
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	82,5	31,2	41,8	30,7	12,0	15,4

Окончение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
Тимофеевка луговая	Без удобрений	41,2	15,1	19,7	27,7	10,1	13,2
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	65,0	23,7	32,7	30,2	11,0	15,2
Клевер красный + Тимофеевка луговая	Без удобрений	47,1	17,8	22,8	27,2	10,3	13,2
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	79,5	29,5	42,1	30,5	11,3	16,1

Возделывание яровой пшеницы по смеси бобово-злаковых трав обеспечило вынос азота в размере 47,1 кг/га, фосфора – 17,8 кг/га и калия – 22,8 кг/га.

Расчет показателей выноса элементов питания на формирование 1 т зерна яровой пшеницы показал, что на неудобренном фоне они изменялись по азоту от 27,2 кг/т до 28,0 кг/т, по фосфору от 10,1 до 10,3 кг/т и калию от 13,2 кг/т до 13,3 кг/т. На удобренном фоне эти показатели были выше. Для формирования 1 тонны зерна с учетом побочной расходовалось азота от 30,2 кг/т до 30,7 кг/т, фосфора от 11,0 до 12,0 кг/т и калия от 15,2 кг/т до 16,1 кг/т.

Выводы

1. Наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы до 3,22 т/га была получена в благоприятном 2013 году. В 2014 и 2015 годах урожайность зерна была ниже и не превышала 2,71 т/га.
2. Положительное влияние на формирование урожайности зерна яровой пшеницы оказали минеральные удобрения. В среднем за 3 года

прибавки от их применения в зависимости от предшественников составили от 0,66 т/га до 0,88 т/га.

3. Максимальное количество белка, клейковины и массу 1000 зерен имело зерно, выращенное при размещении яровой пшеницы по клеверу красному и по бобово-злаковой травосмеси.

4. Выращивание яровой пшеницы по изученным предшественникам на неудобренном фоне в фазы кущения, выхода в трубку и колошения изменяло условия азотного питания растений и не оказывало существенного влияния на потребление P₂O₅ и K₂O.

5. При возделывании яровой пшеницы, как без применения минеральных удобрений, так и на фоне N₃₀P₆₀K₆₀ наибольшее количество белка, клейковины и массу 1000 зерен имело зерно, выращенное при размещении яровой пшеницы по бобовому и бобово-злаковому предшественнику.

6. Применение минеральных удобрений увеличивало вынос питательных элементов урожая и повышало значения показателя выноса азота, фосфора и калия.

1. Завалин А. А., Алметов Н. С., Чернова Л. С. Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов в зернотравяных севооборотах // Агрохимия. 2014. № 9. С. 35–47. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21987379> (дата обращения: 09.08.2021).

2. Зеленин И. Н., Чернышов И. Н. Эффективность смесей бобово-капустных культур в звене сидеральный пар – озимая пшеница // Земледелие. 2011. № 8. С. 38–40. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17239191> (дата обращения: 10.08.2021).

3. Ивенин В. В. Эффективность использования сидеральных паров в земледелии Нижегородской области. // Слагаемые агротехники, новые культуры и гибриды. Нижний Новгород, 1996. С. 13–18.

4. Кузминых А. Н. Сидераты важный резерв сохранения плодородия почвы. // Земледелие. 2011. № 4. С. 41. URL: <http://jurzemledelie.ru/arkhiv-nomerov/4-2011/1110-sideraty-vazhnyj-rezerv-sokhraneniya-plodородiya-pochvy> (дата обращения: 08.08.2021).

5. Новоселов С. И., Новоселова Е. С., Горохов С. А., Толмачев Н. И. Эффективность сидеральных удобрений в севообороте. // Плодородие. 2012. № 5. С. 27–28. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18042706> (дата обращения: 13.08.2021)

6. Новоселов С. И., Толмачев Н. И., Муржинова А. В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность севооборотов с различными видами паров // Плодородие. 2014. № 5 (80). С. 14–15. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22454354> (дата обращения: 06.08.2021).
7. Новоселов С. И. Влияние севооборота и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. № 1. С. 60–65. URL: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1342> (дата обращения: 05.08.2021).
8. Новоселов С. И., Кузьминых А. Н. Влияние сидерального удобрения в последствии на урожайность и качество зерна ячменя. // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018. № 2. С. 42–48. URL: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1632> (дата обращения: 10.08.2021).
9. Новоселов С. И., Кузьминых А. Н., Толмачев Н. И. Сидераты в земледелии Нечерноземья / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола. 2021. 175 с.
10. Тиранов А. Б., Тиранова Л. В. Сидеральные и занятые пары в севооборотах // Земледелие. 2008. № 3. С. 16–18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11517564> (дата обращения: 10.08.2021).
11. Христофоров Л. В., Измestьев В. М., Пидалин Г. В. Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв // Земледелие. 2004. № 4. С. 8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18257384> (дата обращения: 07.08.2021).
12. Ghimire B., Ghimire R., VanLeeuwen D., Mesbah A. Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization // Sustainability. 2017. № (9):14. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9122316>
13. Hirte J., Leifeld J., Abiven S., Oberholzer H.-R., Hammelehle A., Mayer J. Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter // Front Plant Sci. 2017. No. (8): 284. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284> (дата обращения: 03.08.2021).
14. Magdoff F., Harold van Es. Building soils for better crops: sustainable soil management. 3rd ed. Linemark Printing. 2009. P. 294. URL: <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Building-Soils-for-Better-Crops.pdf> (дата обращения: 08.08.2021).

Статья поступила в редакцию 06.09.2021 г.; одобрена после рецензирования 04.10. 2021 г.; принята к публикации 17.10.2021 г.

Об авторах

Гараева Любовь Аркадиевна

аспирантка кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), serg.novoselov2011@yandex.ru

Новоселов Сергей Иванович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), serg.novoselov2011@yandex.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Zavalin A. A., Almetov N. S., Chernova L. S. Effectivnost' ispol'zovaniya mineral'nykh udobrenii i biopreparatov v zernotravyanykh sevooborotakh [Efficiency of mineral fertilizers and biopreparations in grain-grass crop rotations]. *Agrokhimiya = Agrochemistry*, 2014, no. 9, pp. 35–47. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21987379> (accessed: 09.08.2021). (In Russ.).
2. Zelenin I. N., Chernyshov I. N. Effektivnost' smesei bobovo-kapustnykh kul'tur v zvene sideral'nyi par – ozimaya pshenitsa [Efficiency of bean-cabbage crop mixtures in siderate fallow – winter wheat chain]. *Zemledelie = Agriculture*, 2011, no. 8, pp. 38–40. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17239191> (accessed: 10.08.2021). (In Russ.).
3. Ivenin V. V. Effectivnost' ispol'zovaniya sideral'nykh parov v zemledelii Nizhegorodskoi oblasti [Efficiency of using sideral vapors in agriculture of the Nizhny Novgorod region]. *Slagaemye agrotekhniki, novye kul'tury i gibridy = Components of agricultural machinery, new crops and hybrids*, Nizhny Novgorod, 1996, pp. 13–18. (In Russ.).
4. Kuzminykh A. N. Sideraty – vazhnyi rezerv sokhraneniya plodorodiya pochvy [Siderates – an important resource of soil fertility maintenance]. *Zemledelie = Agriculture*, 2011, no. 4, p. 41. Available at: <http://jurzemledelie.ru/arkhiv-nomerov/4-2011/1110-sideraty-vazhnyj-rezerv-sokhraneniya-plodorodiya-pochvy> (accessed: 08.08.2021). (In Russ.).
5. Novoselov S. I., Novoselova E. S., Gorokhov S. A., Tolmachev N. I. Effectivnost' sideral'nykh udobrenii v sevooborote [Efficiency of green manure in crop rotation]. *Plodorodie = Fertility*, 2012, no. 5, pp. 27–28. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18042706> (accessed: 13.08.2021). (In Russ.).

6. Novoselov S. I., Tolmachev N. I., Murzhinova A. V. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na produktivnost' sevooborotov s razlichnymi vidami parov [Effect of mineral fertilizers on the productivity of crop rotations with different fallow types]. *Plodorodie* = Fertility, 2014, no. 5 (80), pp. 14–15. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22454354> (accessed: 06.08.2021). (In Russ.).
7. Novoselov S. I. Vliyanie sevooborota i udobrenii na urozhainost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i plodorodie pochvy [Effect of crop rotation and fertilizers on crop yields and soil fertility]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2017, no. 1, pp. 60–65. Available at: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1342> (accessed: 05.08.2021). (In Russ.).
8. Novoselov S. I., Kuzminykh A. N. Vliyanie sidental'nogo udobreniya v posledestvii na urozhainost' i kachestvo zerna yachmenya [Effect of sidental fertilizer application on crop productivity and quality of barley grain]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2018, no. 2, pp. 42–48. Available at: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1632> (accessed: 10.08.2021). (In Russ.).
9. Novoselov S. I., Kuzminykh A. N., Tolmachev N. I. Sideraty v zemledelii Nechernozem'ya: monografiya [Siderates in agriculture of the Non-Chernozem region: monograph]. Yoshkar-Ola, Mari State University Publ., 2021, 175 p. (In Russ.).
10. Tiranov A. B., Tiranova L. V. Sidental'nye i zanyatyte pary v sevooborote [Sidental and occupied fallows in crop rotations]. *Zemledelie* = Agriculture, 2008, no. 3, pp. 16–18. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11517564> (accessed: 10.08.2021). (In Russ.).
11. Khristoforov L. V., Izmaytyev V. M., Pidalin G. V. Vosproizvodstvo plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv [Reproduction of fertility of sod-podzolic soils]. *Zemledelie* = Agriculture, 2004, no. 4, pp. 8. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18257384> (accessed: 07.08.2021). (In Russ.).
12. Ghimire B., Ghimire R., VanLeeuwen D., Mesbah A. Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization. *Sustainability*, 2017, vol. 9, no. 12, p. 2316. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.3390/su9122316>
13. Hirte J., Leifeld J., Abiven S., Oberholzer H.-R., Hammelehle A., Mayer J. Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter. *Front Plant Sci.*, 2017, no. 8, p. 284. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284>
14. Magdoff, F., Harold van Es. Building soils for better crops: sustainable soil management. 3rd ed. Linemark Printing, 2009, p. 294. Available at: <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Building-Soils-for-Better-Crops.pdf> (accessed: 08.08.2021). (In Eng.).

The article was submitted 06.09.2021; approved after reviewing 04.10.2021; accepted for publication 17.10.2021.

About the authors

Lyubov A. Garaeva

Postgraduate student of the Department of General Agriculture, Crop Production, Agrochemistry and Plant Protection, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), serg.novoselov2011@yandex.ru

Sergey I. Novoselov

Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of General Agriculture, Crop Production, Agrochemistry and Plant Protection, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), serg.novoselov2011@yandex.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 631.423.3

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-218-226

ОЦЕНКА ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛЫ

Е. С. Закамская, Е. А. Скочилова

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Среди факторов, которые оказывают отрицательное действие на почвенный покров, является применение в зимний период антигололедных реагентов, содержащих хлориды, что ведет к засолению почвогрунтов. В результате галохимического загрязнения происходит снижение водного потенциала почвы, что приводит к нарушению поступления воды в растение. Повышение концентраций солей в почве приводит к снижению жизнеспособности и роста растений, отрицательно сказывается на состоянии растений, микро- и микобиоты. **Цель:** оценка хлоридного загрязнения почвогрунтов вблизи проезжих частей и пешеходных дорожек в разных функциональных зонах города Йошкар-Олы. **Материалы и методы.** Объектом исследования явились почвогрунты вблизи проезжей части и пешеходных дорожек в селитебной, промышленной и рекреационной функциональных зонах города Йошкар-Олы. Отбор проб, пробоподготовку и определение содержания хлоридов аргентометрическим методом по Мору проводили согласно актуальной нормативной документации. **Результаты исследования, обсуждения.** Содержание хлорид-ионов в придорожных полосах и газонах варьирует от 0,007 до 0,043 %. Кластерный анализ позволил распределить все улицы селитебной зоны на 3 группы: в первую группу вошли улицы, где содержание ионов хлора составило более 0,03 %; вторую группу составляют улицы, в урбаноземах содержание хлорида варьирует от 0,02 до 0,03 %; в урбаноземах третьей группы значения данного показателя менее 0,02 %. По содержанию ионов хлора в урбаноземах г. Йошкар-Олы между разными функциональными зонами разница статистически не значима. **Заключение.** По степени засоления хлоридами почвогрунты всех функциональных зон являются незасоленными, это свидетельствует о том, что применение песко-солевой смеси как антигололедного реагента на территории г. Йошкар-Олы не приводит к солевой нагрузке на почвы.

Ключевые слова: городские почвы, антигололедные реагенты, хлориды, функциональные зоны

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Закамская Е. С., Скочилова Е. А. Оценка хлоридного засоления почвогрунтов на территории города Йошкар-Олы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 218–226. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-218-226>

ANALYSIS OF CHLORIDE SALINIZATION OF SOILS IN THE CITY OF YOSHKAR-OLA

E. S. Zakamskaya, E. A. Skochilova

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction: Among the factors that have a negative effect on the soil cover is the use of anti-ice reagents containing chlorides in winter, which leads to soil salinization. As a result of halochemical contamination, the water potential of the soil decreases, which leads to a water supply interruption of the plant. High level of salt concentrations in the soil decreases the vitality and growth of plants, negatively affects the plants condition, micro and mycobiota. **Purpose:** evaluation of chloride contamination of soils near roadways and walkways in different functional zones of Yoshkar-Ola. **Materials and methods.** The object of the study were the soils near the roadway and walkways in the residential, industrial and recreational zones of Yoshkar-Ola. Sampling, sample preparation and chloride content identification by the argentometric method according to Mohr were carried out in accordance with the actual regulatory documentation. **Research results, discussion.** The concentration of chloride ions near roads and on lawns varies from 0.007 to 0.043 %. Cluster analysis made it possible to divide all the streets in the residential zone into 3 groups: the first group included streets where the content of chlorine ions was more than 0.03%; the second group consists of streets, in the urban soils of which the chloride content varies from 0.02 to 0.03 %; in soils of the third group, the values of this indicator are less than 0.02 %. The difference

between different functional zones of Yoshkar-Ola by the content of chlorine ions in the soils is not statistically significant. **Conclusion.** According to the degree of salinization with chlorides, the soils of all functional zones are unsalted, which indicates that the use of a sand-salt mixture as an anti-icing reagent on the territory of Yoshkar-Ola does not lead to a salt loan on the soil.

Keywords: urban soils; anti-icing reagents; chlorides; functional zones

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Zakamskaya E. S., Skochilova E. A. Analysis of chloride salinization of soils in the city of Yoshkar-Ola. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 218–226. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-218-226>

Введение

Урбоэкосистемы имеют сходные характеристики с агроэкосистемами: те и другие созданы искусственно человеком и им поддерживаются, имеют относительно невысокое видовое разнообразие, незамкнутый круговорот веществ за счет изъятия фитомассы и пр. Важной составной частью урбоэкосистемы являются городские почвы. Этот природный ресурс выполняет целый ряд экологических функций: аккумулируют загрязняющие вещества и препятствуют их проникновению в подземные воды, являются питательным субстратом для растений, регулируют газовый состав приземных слоев атмосферы [13]. Для городских почв характерны особые свойства, они сочетают в себе черты зональных почв и специфические особенности, связанные с наложением насыпного грунта. Характерным признаком городских почв является наличие горизонта «урбик» – гумусово-аккумулятивный горизонт, который формируется в результате антропогенного воздействия: насыпания, перемешивания, накопления и переработки бытового и строительного мусора [11; 14]. Городские почвы, или урбаноземы, характеризуются высокой плотностью, низким содержанием органического вещества, высоким уровнем загрязнения, высокой суммарной концентрацией растворимых солей. Эти изменения в городской почвенной среде могут изменить почвенные функции, затруднить транспирацию и аэрацию, привести к нарушению круговорота биогенных веществ и условий жизнедеятельности почвенных организмов [21; 22].

Среди факторов, которые оказывают отрицательное действие на почвенный покров, отмечается применение в зимний период антигололедных реагентов, содержащих хлориды, что ведет к

засолению почвогрунтов. Для этой цели регулярно используются различные противогололедные реагенты, такие как абразивы, соли хлора, ацетаты, формиаты, мочевины, гликоли и даже антигололедные средства на основе агрохимикатов [4].

Хлорид натрия из-за своей высокой противогололедной эффективности является одной из тех солей, которые наиболее часто применяются на улицах городов [18]. Хлориды являются водорастворимыми соединениями, обладают высокой миграционной способностью [1; 15; 16; 17] и на их содержание влияет целый ряд факторов: рельеф местности, наличие зданий, продолжительность снежного периода, интенсивность движения транспорта и др. [7]. В результате таяния снега, поверхностного стока, инфильтрации большое количество хлорида натрия в конечном итоге накапливается в городских почвах вблизи дорог и тротуаров [19; 21]. Кроме того, значительное их количество может распространяться на десятки метров от мест их применения [15] и могут сохраняться в почве до следующего года [6].

Именно поэтому использование антигололедных солей на улицах может иметь далеко идущие последствия для окружающей среды. В результате галохимического загрязнения происходит снижение водного потенциала почвы, что приводит к нарушению поступления воды в растение. Особенно сильно это проявляется в засушливые годы [6]. Наличие солей в почве ведет к нарушению процессов обмена, окислительному стрессу [5; 12]. Повышение концентраций солей в почве приводит к снижению жизнеспособности и роста растений. Так, например, в пределах участка высоких концентраций солей происходит гибель растений, а на участке с токсичным содержанием солей (25–35 мг-экв/100 г почвы) отмечена полная гибель растительного покрова [3].

На территории г. Йошкар-Олы в зимнее время на проезжей части и тротуарах в качестве антигололедных реагентов используется песко-соляная смесь¹. С проезжей части и пешеходных дорожек песко-соляная смесь частично собирается вместе со снегом и вывозится на снежную свалку. Остальная часть сметается на обочины.

В связи с этим целью проводимых работ являлась оценка хлоридного загрязнения почвогрунтов вблизи проезжих частей и пешеходных дорожек в разных функциональных зонах города Йошкар-Олы.

Материал и методика исследований

Город Йошкар-Ола располагается в центральной части Марийской низменности, рельеф равнинный, с небольшими перепадами высот². На территории города преобладают легко- и среднесуглинистые нейтральные или слабощелочные почвы [8; 9].

В ходе работы проведены отборы почвенных проб и проанализировано содержание ионов хлора в почвогрунтах придорожной полосы и газонов на территории городского округа «Город Йошкар-Ола» (рис. 1):

- в рекреационной зоне (Центральный парк культуры и отдыха им. XXX-летия ВЛКСМ) (1);
- в селитебной зоне (ул. Анциферова (2), ул. Баумана (3), ул. Волкова (4), ул. Зарубина (5), ул. Й. Кырли (6), ул. Кирова (7), ул. Комсомольская (8), ул. Медицинская (9), ул. Некрасова (10), ул. Павленко (11), ул. Первомайская (12), ул. Петрова (13), ул. Подольских Курсантов (14), ул. Пролетарская (15), ул. Пушкина (16), ул. Рябинина (17), ул. Эшкинина (18), ул. Я. Эшпая (19), ул. Дружбы (20), ул. Машиностроителей (21);
- в южной промышленной зоне г. Йошкар-Олы (ул. Карла Маркса (22), ул. Ломоносова (23), ул. Лермонтова (24), ул. Соловьева (25), ул. Строителей (26).

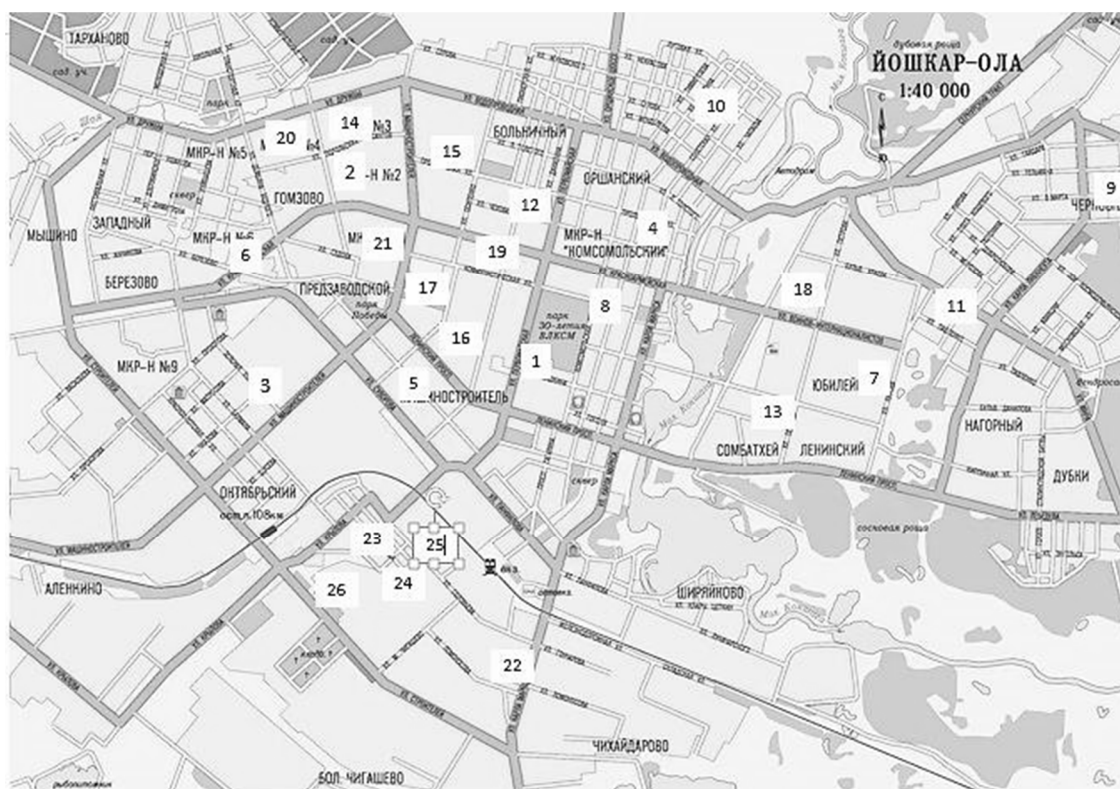


Рис. 1. Расположение районов исследования на карте г. Йошкар-Олы /
Fig. 1. Location of research areas on the map of Yoshkar-Ola

¹ Информационный портал «Город Йошкар-Ола». URL: https://www.i-ola.ru/about/info/news/26089/?sphrase_id=6242 (дата обращения: 18.01.2021)

² Природные условия г. Йошкар-Олы. URL: https://i-ola.ru/city/ecologia/prirod_usl.php (дата обращения: 19.01.2021)

Отбор проб почвы проводили согласно ГОСТ 28168-89. «Почвы. Отбор проб»¹. Точечные пробы почвы отбирали почвенным буром на глубину гумусо-аккумулятивного горизонта. Из точечных проб для каждого района составляли объединенную пробу путем их смешивания (масса не менее 1 кг).

Подготовку почвенных проб для последующего анализа проводили по ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охра-

на природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»². Хлорид-ионы определяли аргентометрическим методом по Мору. Степень засоления оценивали согласно классификации почв по степени засоления (табл. 1).

Статистическую обработку данных проводили с использованием приложения MS Excel и программного пакета Statistica 6.0.

Таблица 1 / Table 1

Группировка почв по степени засоления [2] / Grouping of soils according to the degree of salinization [2]

Степень засоления почв / Degree of soil salinization	Сумма токсичных солей, % / The amount of toxic salts, %
Незасоленные	<0,15
Слабозасоленные	0,15–0,3
Среднезасоленные	0,3–0,6
Сильнозасоленные	0,6–1,4 (1,0)*
Очень сильно засоленные	>1,4 (1,0)

Результаты исследования

Особенности миграции ионов хлора в почвенном профиле определяются гранулометрическим составом почвенных горизонтов, глубиной почвенного профиля, а также режимом и интенсивностью выпадения осадков [1].

Содержание в урбаноземах хлорид-ионов на территории г. Йошкар-Олы в придорожных полосах и на газонах трех функциональных зон: рекреационной, селитебной и южной промышленной – варьирует от 0,007 до 0,043 % (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Содержание ионов хлора в урбаноземах в разных функциональных зонах г. Йошкар-Олы /
The chlorine ions content in urban soils in different functional zones of Yoshkar-Ola

Функциональная зона / Functional zone	среднее / the average	мин. / min.	макс. / max.	коэфф. вариации / variation coefficient
рекреационная	0,017±0,0026	0,011	0,023	0,29
южная промышленная	0,014±0,0036	0,0074	0,0264	0,57
селитебная	0,024±0,0024	0,009	0,043	0,45

В рекреационной зоне (Центральный парк культуры и отдыха им. XXX-летия ВЛКСМ (далее парк) содержание ионов хлора составило 0,017 %, что, согласно таблице 1, позволяет их отнести к категории незасоленных.

В селитебной зоне на разных улицах города данный показатель сильно варьирует. Минимальное содержание хлоридов характерно

для ул. Комсомольской и Медицинской и составляет 0,009 %, максимум содержания этого элемента обнаружен в почвах на ул. Подольских Курсантов (рис. 2).

¹ ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. М.: Изд-во стандартов, 1989. 7 с.

² Там же.

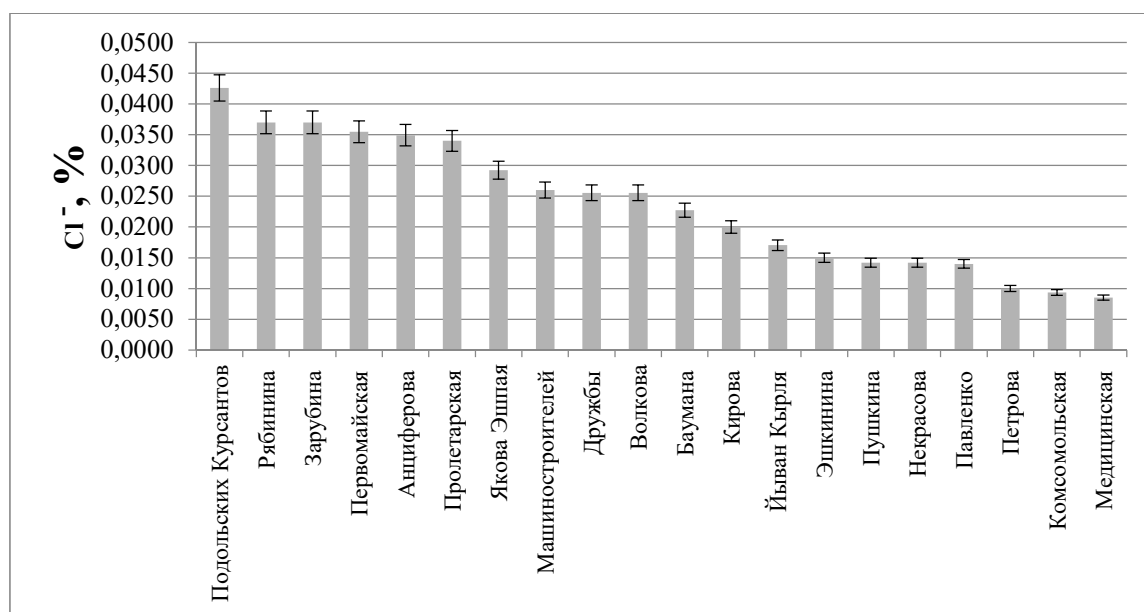


Рис. 2. Засоленность урбаноземов хлоридами в селитебной зоне /
Fig. 2. Salinization of urban soils with chlorides in the residential zone

Кластерный анализ позволил распределить все улицы селитебной зоны на 3 группы (рис. 3). В первую группу вошли улицы, где содержание ионов хлора составило более 0,03 %: Подольских Курсантов, Рябинина, Зарубина, Первомайская, Анциферова, Пролетарская. Вторую группу составляют улицы, в урбаноземах содержание хлорида варьирует от 0,02 до 0,03 %:

Якова Эшпая, Машиностроителей, Дружбы, Волкова, Баумана, Кирова. В урбаноземах третьей группы значения данного показателя менее 0,02 %: ул. Пушкина, Некрасова, Павленко, Петрова, Комсомольская, Медицинская. Согласно классификации почв по степени засоления хлоридами урбаноземы селитебной зоны являются незасоленными.

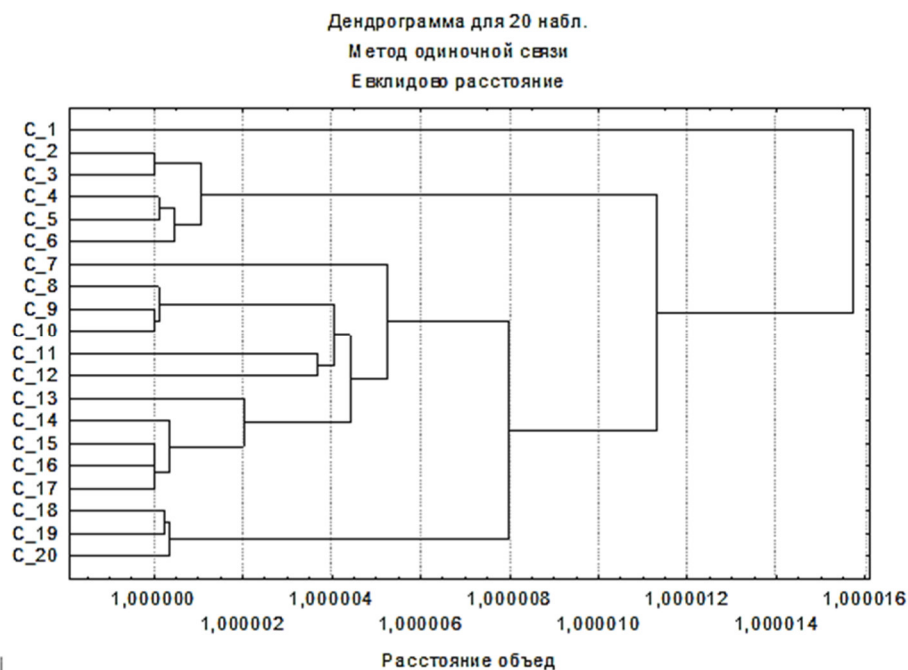


Рис. 3. Дендрограмма сходства по содержанию хлоридов в урбаноземах селитебной зоны /
Fig. 3. Dendrogram of similarity by the content of chlorides in urban soils of residential zone

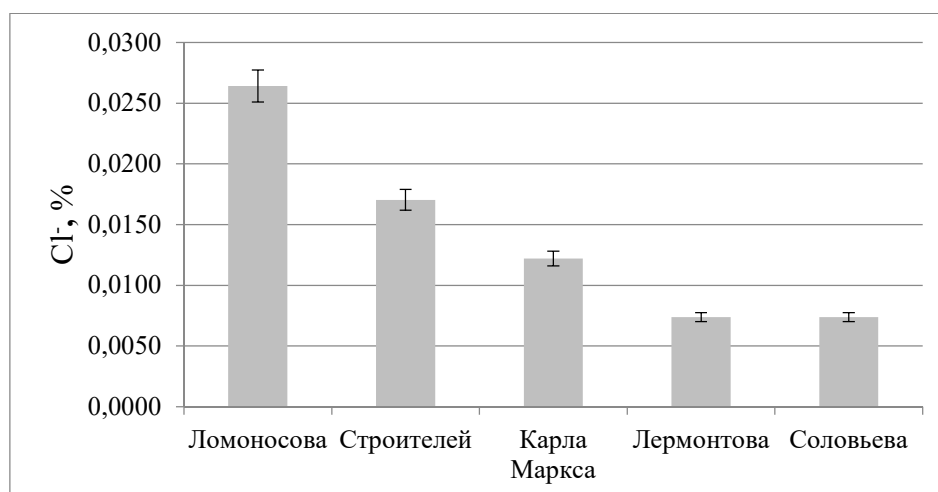


Рис. 4. Засоленность урбаноземов хлоридами в южной промышленной зоне /
Fig. 4. Urban soils salinization with chlorides in the southern industrial zone

В урбаноземах южной промышленной зоны засоленность почв хлоридами меньше, чем в селитебной и рекреационной зонах и колеблется от 0,007 % на ул. Лермонтова и Соловьева до 0,026 % на ул. Ломоносова, что в 3,6 раза больше минимального значения (рис. 4). Как и в преды-

дущих случаях, почвы южной промышленной зоны относятся к категории незасоленных.

Однако статистический анализ данных показал, что по содержанию ионов хлора в урбаноземах г. Йошкар-Олы между разными функциональными зонами разница статистически не значима (табл. 3).

Таблица 3 / Table 3

Множественные сравнения содержания хлоридов в урбаноземах в разных функциональных зонах г. Йошкар-Олы / Multiple comparisons of chloride content in urban soils in different functional zones of Yoshkar-Ola

Функциональная зона / Functional zone	Селитебная / Residential zone	Рекреационная / Recreational zones
селитебная		
рекреационная	0,096551	
южная промышленная	0,056788	0,492573

Заключение

Содержание ионов хлора в почвогрунтах вдоль проезжей части и газонов на территории г. Йошкар-Олы варьирует в пределах 0,007–0,043 %. В селитебной зоне этот показатель несколько выше, чем в промышленной. Однако статистически не значимой разницы по этому показателю между

разными функциональными зонами не установлено. По степени засоления хлоридами почвогрунты всех функциональных зон являются незасоленными, это свидетельствует о том, что применение песко-солевой смеси как антигололедного реагента на территории г. Йошкар-Олы не приводит к солевой нагрузке на почвы.

1. Азовцева Н. А., Смагин А. В. Динамика физических и физико-химических свойств городских почв при использовании солевых противогололедных средств // Почвоведение. 2018. № 1. С. 118–128. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32312342> (дата обращения: 15.01.2021).

2. Базилович Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 1972. Вып. V. С. 36–40.

3. Божевольнов Е. А. Люменесцентный анализ неорганических веществ М. : Химия, 1996. 415 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005978852> (дата обращения: 13.09.2021).

4. Герасимов А. О., Чугунова М. В., Поляк Ю. М. Сезонные изменения содержания противогололедных средств в дерново-подзолистой почве в лабораторном и полевом экспериментах // Биосфера. 2019. № 4. С. 171–177. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sezonnye-izmeneniya-soderzhaniya-protivogolodnyh-sredstv-v-derново-podzolistoy-pochve-v-laboratornom-i-polevom-eksperimentah> (дата обращения: 19.09.2021).
5. Иванищев В. В., Евграшкина Т. Н., Бойкова О. И., Жуков Н. Н. Засоление почвы и его влияние на растения // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2020. № 3. С. 28–42. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zasolenie-pochvy-i-ego-vliyanie-na-rasteniya> (дата обращения: 19.09.2021).
6. Кулакова Н. Ю., Шабанова Н. П. Засоление почв – одна из проблем городского озеленения // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019. № 54. С. 127–131. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38196191> (дата обращения: 19.09.2021).
7. Митякова И. И., Иванова Р. Р., Терентьев Д. В. Оценка экологического состояния почв г. Йошкар-Олы // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2020. № 1 (45). С. 75–89. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42912682> (дата обращения: 16.09.2021).
8. Митякова И. И., Медведкова Е. А., Егошина Е. Ю., Токарева Н. А., Павлова Е. Н. Экологическое состояние почвы урбанизированных территорий общего и ограниченного пользования при ландшафтном анализе объектов Йошкар-Олы Республики Марий Эл // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. № 7. С. 13–15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29810103> (дата обращения: 13.09.2021).
9. Никифорова Е. М., Кошелева Н. Е., Власов Д. В. Мониторинг засоления снега и почв Восточного округа Москвы противогололедными смесями. // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–2. С. 340–347. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23319640> (дата обращения: 11.09.2021).
10. Пироговская Г. В., Хмелевский С. С. Содержание натрия, хлоридов и сульфатов в почвах г. Минска // Почвоведение и агрохимия. 2010. № 1 (44). С. 243–254. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35534580> (дата обращения: 25.08.2021).
11. Прокофьева Т. В., Мартыненко И. А., Иванников Ф. А. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // Почвоведение. 2011. № 5. С. 611–623. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16339683> (дата обращения: 30.08.2021).
12. Самтанова Д. Э. Мониторинг содержания хлорид-ионов и сульфат-ионов в пластовых водах нефтяных месторождений Северо-Западного Прикаспия. // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=10051> (дата обращения: 22.01.2021).
13. Сторчак Т. В. Оценка степени загрязнения почв города Нижневартовска // Вестник НВГУ. 2012. № 1. С. 62–68. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stepeni-zagryazneniya-pochv-goroda-nizhnevartovska> (дата обращения: 25.01.2021).
14. Тютюнник Ю. Г. Разнообразие почв урбанизированного ландшафта // Биосфера. 2014. № 2. С. 187–195. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21723877> (дата обращения: 19.01.2021).
15. Хомич В. С., Кукарека С. В., Кухарчик Т. И. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси. Минск : РУП «Минсктиппроект», 2004. 260 с.
16. Хомяков Д. М., Чекулаева Е. А. Воздействие хлоридных противогололедных реагентов на засоление почв // Агро-экологическая оптимизация земледелия / Всерос. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии. Курск, 2004. С. 505–508.
17. Якубов Х. Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений Москвы. М. : ООО «Стагирит Н», 2005. 264 с.
18. Berkheimer S. F., Hanson E. Deicing salts reduce cold hardiness and increase flower bud mortality of highbush blueberry // J. Am. Soc. Hortic. Sci. 2006. Vol. 131, P. 11–16. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.131.1.11>
19. Bryson M. G., Barker A. V. 2002. Sodium accumulation in soils and plants along Massachusetts roadsides // Communications in Soil Science and Plant Analysis Vol. 33. P. 67–78. DOI: <https://doi.org/10.1081/CSS-120002378>
20. Czerniawska-Kusza I., Kusza G., Dużyński M. Effect of deicing salts on urban soils and health status of roadside trees in the Opole Region // Environmental toxicology. 2004. Vol. 19. P. 296–301. DOI: <https://doi.org/10.1002/tox.20037>
21. Harris J. A. The biology of soils in urban areas // Soils in the urban environment. Oxford. 1991. Pp. 139–152. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444310603.ch8>
22. Mullins C. E. Physical properties of soils in urban areas // Soils in the Urban Environments. Oxford. 1991. Pp. 87–118. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444310603.ch6>

Статья поступила в редакцию 17.09.2021 г.; одобрена после рецензирования 02.10.2021 г.; принята к публикации 15.10.2021 г.

Об авторах

Закамская Елена Станиславовна

кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3204-2892>, zakamskay@mail.ru

Скочилова Елена Анатольевна

кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4553-508X>, skochilova@inbox.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Azovtseva N. A., Smagin A. V. Dinamika fizicheskikh i fiziko-khimicheskikh svoystv gorodskikh pochv pri ispol'zovanii soleykh protivogolodnykh sredstv [Dynamics of physical and physicochemical properties of urban soils under the effect of ice-melting salts]. *Pochvovedenie* = Eurasian Soil Science, 2018, no 1, pp. 118–128. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32312342>. (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
2. Bazilevich N. I., Pankova E. I. Opyt klassifikatsii pochv po sodержaniyu toksichnykh soley i ionov [Experience of soil classification according to the content of toxic salts and ions]. *Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva* = Dokuchaev Soil Bulletin, 1972, iss. 5, pp. 36–40. (In Russ.).
3. Bozhevolnov E. A. Lyumenestsentnyi analiz neorganicheskikh veshchestv [Luminescent analysis of inorganic substances] Moscow, Khimiya Publ., 1996, 415 p. Available at: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005978852> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
4. Gerasimov A. O., Chugunova M. V., Polyak Yu. M. Sezonnye izmeneniya sodержaniya protivogolodnykh sredstv v der-novo-podzolistoi pochve v laboratornom i polevom eksperimentakh [The seasonal changes in the content of de-icing salts in sod-podzol soil in laboratory and field experiments]. *Biosfera* = Biosphere, 2019, no. 4, pp. 171–177. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sezonnye-izmeneniya-soderzhaniya-protivogolodnykh-sredstv-v-der-novo-podzolistoy-pochve-v-laborat-ornom-i-polevom-eksperimentah> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
5. Ivanishchev V. V., Evgrashkina T. N., Boikova O. I., Zhukov N. N. Zasolenie pochvy i ego vliyanie na rasteniya [Soil salini-zation and its influence the plants]. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle* = News of the Tula State University. Sciences of Earth, 2020, no. 3, pp. 28–42. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zasolenie-pochvy-i-ego-vliyanie-na-rasteniya> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
6. Kulakova N. Yu., Shabanova N. P. Zasolenie pochv – odna iz problem gorodskogo ozeleneniya [Soil salinization – one of the urban greening problem]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* = Actual Issues of the Forestry Complex, 2019, no. 54, pp. 127–131. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38196191> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
7. Mityakova I. I., Ivanova R. R., Terentiev D. V. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya pochv g. Yoshkar-Oly [The assessment of Yoshkar-Ola soils' ecological state]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologi-ya. Prirodopol'zovanie*. = Vestnik of Volga State University of Technology. Series: "Forest. Ecology. Nature Management", 2020, no. 1 (45), pp. 75–89. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42912682> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
8. Mityakova I. I., Medvedkova E. A., Egoshina E. Yu., Tokareva N. A., Pavlova E. N. Ekologicheskoe sostoyanie pochvy ur-banizirovannykh territorii obshchego i ogranichenного pol'zovaniya pri landshaftnom analize ob'ektov Yoshkar-Oly Respubliki Marii El [Ecological state of soil of urbanized territories of general and limited use in landscape analysis of Yoshkar-Ola objects Re-public of Mari El]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences, 2017, no. 7, pp. 13–15. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29810103> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
9. Nikiforova E. M., Kosheleva N. E., Vlasov D. V. Monitoring zasoleniya snega i pochv Vostochnogo okruga Moskvy protivogolodnymi smesnyami [Monitoring of snow and soils salinization by de-icing compounds in eastern administrative okrug of Moscow]. *Fundamental'nye issledovaniya* = Fundamental research, 2014, no. 11–2, pp. 340–347. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23319640> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
10. Pirogovskaya G. V., Khmelevsky S. S. Soderzhanie natriya, khloridov i sul'fatov v pochvakh g. Minska [Content of exchange and water-soluble sodium, chlorides and sulphates in soils of Minsk]. *Pochvovedenie i agrokhimiya* = Soil Science and Agrochemis-try, 2010, no. 1 (44), pp. 243–254. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35534580> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
11. Prokofyeva T. V., Martynenko I. A., Ivannikov F. A. Sistematika pochv i pochvoobrazuyushchikh porod Moskvy i vozmozhnost' ikh vklyucheniya v obshchuyu klassifikatsiyu [Classification of Moscow soils and parent materials and its possible inclusion in the classification system of Russian soils]. *Pochvovedenie* = Eurasian Soil Science, 2011, no 5, pp. 611–623. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16339683> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
12. Samtanova D. E. Monitoring sodержaniya khlorid-ionov i sul'fat-ionov v plastovykh vodakh neftyanykh mestorozhdenii Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Monitoring of chloride ions and sulfate ions in the formation water oil fields of the North-West Cas-pian]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education. Surgery, 2013, no. 5. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=10051> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
13. Storchak T. V. Otsenka stepeni zagryazneniya pochv goroda Nizhnevartovska [Estimation of soil contamination level in the city of Nizhnevartovsk]. *Vestnik NVGU* = Bulletin of Nizhnevartovsk State University, 2012, no. 1, pp. 62–68. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stepeni-zagryazneniya-pochv-goroda-nizhnevartovska> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).
14. Tyutyunnik Yu. G. Raznoobrazie pochv urbanizirovannogo landshafta [Soil variability in an urbanized landscape]. *Biosfera* = Biosphere, 2014, no. 2, pp. 187–195. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21723877> (accessed: 19.09.2021). (In Russ.).

15. Khomich V. S., Kukareka S. V., Kukharchik T. I. Ekogeokhimiya gorodskikh landshaftov Belarusi [Ecogeochemistry of urban landscapes of Belarus]. Minsk, RUP "Minsktippiroekt" Publ., 2004, 260 p. (In Russ.).
16. Khomyakov D. M., Chekulaeva E. A. Vozdeistvie khlordnykh protivogolodnykh reagentov na zasolenie pochv [Effect of chloride de-icing agents on soil salinity]. *Agroekologicheskaya optimizatsiya zemledeliya* = Agroecological optimization of agriculture, Kursk, 2004, pp. 505–508. (In Russ.).
17. Yakubov H. G. Ekologicheskii monitoring zelenykh nasazhdenii Moskvy [Environmental monitoring of green plantations in Moscow]. Moscow, OOO "Stagirit N" Publ., 2005, 264 p. (In Russ.).
18. Berkheimer S. F., Hanson E. Deicing salts reduce cold hardiness and increase flower bud mortality of highbush blueberry. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 2006, vol. 131, pp. 11–16. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.131.1.11> (In Eng.).
19. Bryson M. G., Barker A. V. Sodium accumulation in soils and plants along Massachusetts roadsides. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2002, vol. 33, pp. 67–78. DOI: <https://doi.org/10.1081/CSS-120002378> (In Eng.).
20. Czerniawska-Kusza I., Kusza G., Duzyński M. Effect of deicing salts on urban soils and health status of roadside trees in the Opole Region. *Environmental toxicology*, 2004, vol. 19, pp. 296–301. DOI: <https://doi.org/10.1002/tox.20037> (In Eng.).
21. Harris J. A. The biology of soils in urban areas. *Soils in the urban environment*, Oxford, 1991, pp. 139–152. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444310603.ch8> (In Eng.).
22. Mullins C. E. Physical properties of soils in urban areas. *Soils in the Urban Environments*, Oxford, 1991, pp. 87–118. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444310603.ch6> (In Eng.).

The article was submitted 17.09.2021; approved after reviewing 02.10.2021; accepted for publication 15.10.2021.

About the authors

Elena S. Zakamskaya

Ph. D. (Biology), Associate Professor, Mari State University (1, Lenin Sq., 424000 Yoshkar-Ola, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3204-2892>, zakamskay@mail.ru

Elena A. Skochilova

Ph. D. (Biology), Associate Professor, Mari State University (1, Lenin Sq., 424000 Yoshkar-Ola, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4553-508X>, skochilova@inbox.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 636.2.033 (332.15)

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-227-235

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЯСНОГО СКОТОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. Иванов, О. А. Столярова, А. В. Шатова. Ю. В. Решеткина

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация. В рамках статьи проведен анализ современного состояния мясного скотоводства, учитывая перспективы его развития относительно социально-экономических и почвенно-климатических особенностей четырех зон, выделяемых на территории Пензенской области: I. Вадинско-Мокшанская природно-экономическая зона – объединяет сельскохозяйственных товаропроизводителей 12 административных районов. На ее территории сосредоточены хорошие и средние, по балльной оценке, почвы. Данная зона характеризуется высокой интенсивностью растениеводства и животноводства (в первую очередь птицеводства и молочного животноводства) концентрацией крупных предприятий пищевой промышленности. II. Белинско-Сердобская природно-экономическая зона – расположена в южной и юго-западной части области и включает 7 административных районов. Почвы данной характеризуются наиболее высоким бонитетом в регионе, категория пашни по продуктивности лучшая и хорошая. Данная зона характеризуется наиболее высокой интенсивностью развития отрасли растениеводства. III. Никольско-Городищенская природно-экономическая зона – охватывает северо-восточную часть области, объединяет три административных района. В районах этой природно-экономической зоны лимитирующими факторами развития производства сельскохозяйственных культур является низкое плодородие большей части почв (серые и светло-серые лесные) и недостаток тепловых ресурсов. IV. Кузнецко-Лопатинскую включает 5 административных районов, расположенных в юго-восточной и восточной части области. В данной природно-экономической зоне категория пашни по продуктивности средняя, но балльная оценка пашни ниже, чем в большинстве районов I и II зоны. В этой зоне чаще всего наблюдаются весенние суховеи и засухи.

Ключевые слова: мясное скотоводство, эффективность, организационно-экономические мероприятия, специализация, районирование, государственная поддержка, экспорт

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Иванов А. А., Столярова О. А., Шатова А. В., Решеткина Ю. В. Современное состояние и перспективы развития мясного скотоводства в условиях лесостепной зоны на примере Пензенской области // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 227–235. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-227-235>

THE CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF BEEF CATTLE BREEDING IN THE FOREST-STEPPE ZONE ON THE EXAMPLE OF THE PENZA REGION

A. A. Ivanov, O. A. Stolyarova, A. V. Shatova. Yu. V. Reshetkina

Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation

Abstract. Within the framework of the article, it is proposed to analyze the current state of beef cattle breeding, taking into account the prospects for its development regarding the socio-economic and soil-climatic features of the four zones allocated on the territory of the Penza region: I. Vadinsko-Mokshanskaya natural-economic zone – unites agricultural producers of 12 administrative districts. On its territory, good and average soils are concentrated. This zone is characterized by a high intensity of crop and livestock production (primarily poultry and dairy farming) with a concentration of large food processing enterprises. II. Belinsko-Serdobskaya natural-economic zone is located in the southern and southwestern part of the region and includes 7 administrative districts. The soils of this zone are characterized by the highest bonitet in the region, the category of arable land in terms of productivity is good and the best. This zone is characterized by the highest intensity of development of the crop production industry. III. Nikolsko-Gorodishchenskaya natural-economic zone - covers the northeastern part of the region, unites three administrative districts. In the districts of this natural-economic zone, the limiting factors for the development of agricultural production are the low fertility of most of the soils (gray and light gray forest soils) and the lack of thermal resources. IV. Kuznetsko-Lopatinskaya includes 5 administrative

districts located in the southeastern and eastern parts of the region. In this natural-economic zone, the category of arable land in terms of productivity is average, but the score of arable land is lower than in most areas of zones I and II. Spring dry winds and droughts are most often observed in this zone.

Keywords: beef cattle breeding, efficiency, organizational and economic measures, specialization, zoning, government support, export

The authors declare no conflict of interests.

For Citation: Ivanov A. A., Stolyarova O. A., Shatova A. V., Reshetkina Yu. V. The current state and prospects for the development of beef cattle breeding in the forest-steppe zone on the example of the Penza region. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 227–235. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-227-235>

Введение

Особенности развития аграрного производства и уровень распаханности сельскохозяйственных угодий оказывает существенное влияние на размещение скота мясных пород и перспективы его развития, требующего наличия больших площадей естественных кормовых угодий – пастбищ для внедрения малозатратной интенсивно-пастбищной технологии содержания мясного скота. Очевидно, что использование высокобонитетных почв, оптимальных для выращивания высокорентабельных зерновых и технических культур, нецелесообразно использовать в целях создания площадок для разведения мясного скота. Следовательно, для успешного разведения мясного скота с надлежащей продуктивностью и стабильностью требуются разноплановые угодья [2, с. 50]. Это является составной частью достижения приоритетных целей развития сельскохозяйственного производства и развития сельских территорий, в соответствии со схемой территориального планирования Пензенской области, утвержденной постановлением Правительства Пензенской области от 7 июня 2012 г. № 431-пп (с последующими изменениями), Законом Пензенской области от 15.05.2019 № 3323-ЗПО «О Стратегии социально-экономического развития Пензенской области до 2035 года».

Целью исследования является проведение анализа современного состояния отрасли мясного скотоводства региона с учетом зональных особенностей размещения данной отрасли, определение факторов, способствующих его развитию, и комплекса организационно-экономических мероприятий регионального уровня, необходимых для создания условий устойчивого

развития отрасли мясного скотоводства в целях обеспечения потребности населения региона и предприятий пищевой промышленности качественной говядиной, а также развития системы поставок продукции мясного скотоводства за пределы региона.

Материалы и методы

В качестве объекта исследуется развитие мясного скотоводства на территории Пензенской области. Методы исследования – монографический, экономико-статистический, абстрактно-логический, балансовый, метод анализа.

Результаты исследования

В решении продовольственной проблемы в России важную роль играет скотоводство. В структуре валовой продукции сельского хозяйства на его долю приходится 19,2 %. Однако достигнутый уровень производства мясной продукции не покрывает потребности населения. Фактическое потребление мяса и мясопродуктов на душу населения в год в Российской Федерации составило 70 кг при рациональной норме питания 73 кг.

В Пензенской области наблюдается уверенный рост потребления мяса и мясопродуктов. Так в 2019 году его потребление на душу населения, по сравнению с 2015 годом, увеличилось на 5 кг и составило 64 кг, однако это на 12,3 % ниже рекомендуемой физиологической нормы данного продукта. При этом уровень самообеспечения мясом и мясопродуктами составляет 97,9 % при пороговом значении, указанном в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, не менее 85 %. В структуре потребления мяса и мясопродуктов говядина

занимает третье место [4]. Однако население страны потребляет говядины меньше рекомендуемой нормы (20 кг) на 30 %. В мясном балансе на долю говядины и телятины приходится всего лишь 15,1 %. Для обеспечения потребности населения в этой продукции необходимо его долю увеличить до 27 %. Решить эту проблему позволит развитие мясного скотоводства [8].

Несмотря на явную необходимость развития отрасли мясного скотоводства в стране, все имеющиеся ресурсы в первую очередь направляются на увеличение производства молока, а на говядину выделяются по остаточному принципу, причем во многих хозяйствах производство говядины ведет-

ся экстенсивными методами. В результате этого генетические особенности и возможности животных используются на 45–50 % [5, с. 32].

В Пензенской области за период с 2018 по 2020 гг. сложилась отрицательная динамика поголовья крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях и крестьянских фермерских хозяйствах (КФХ), сокращение поголовья составило 4,6 %, или 4,3 тыс. голов. В то же время в отрасли мясного скотоводства сложилась положительная тенденция к росту поголовья крупного рогатого скота мясных пород и объемов производств скота на убой в живой массе (таблица 1).

Таблица 1 / Table 1

Динамика поголовья крупного рогатого скота в Пензенской области и производства скота на убой в живой массе, тонн / Dynamics of the number of cattle in the Penza region and the production of livestock for slaughter in live weight, tons

Показатели / Indicators	Годы / Years			2020 г. к 2018 г. / 2020 to 2018	
	2018	2019	2020	(+/-)	%
Поголовье крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях и КФХ, тыс. гол.	92,7	89,6	88,4	-4,3	95,4
в том числе:					
поголовье крупного рогатого скота мясного направления в сельскохозяйственных организациях и КФХ, тыс. гол.	7,4	8,7	11,1	3,6	148,6
Производство крупного рогатого скота на убой в живой массе, тонн	9,7	11,3	11,5	1,8	118,6
в том числе:					
производство крупного рогатого скота мясного направления на убой в живой массе, тонн	0,9	1,1	1,78	0,88	197,8

За последние десять лет в России производство говядины на убой в живом весе в хозяйствах всех категорий снизилось на 10 % и составило 2798,4 тыс. т. Главенствующая роль принадлежит хозяйствам населения, в разные годы на их долю приходилось от 54,4 до 63,0 % общего объема производства говядины, причем самая низкая доля приходится на 2018 год. Доля сельскохозяйственных предприятий составляет лишь треть произведенной говядины в стране, поскольку производство мяса в отрасли скотоводства является фактически побочной продукцией от молочного скотоводства, т.е. шлейф от молоч-

ного скота. Однако за последние восемь лет сельскохозяйственные предприятия страны увеличили объемы произведенной говядины на 89,5 тыс. т, или 9,9 % [9, с. 231–232].

В структуре производства говядины в Пензенской области доля специализированных хозяйств мясного направления в 2020 г. составила порядка 15,5 %. Таким образом, в регионе основной объем говядины, поступающей на потребительский рынок и на переработку на предприятия пищевой промышленности, получают от откорма контингента из молочных стад, причем достаточно высока доля низкокачественной говядины,

получаемой от убоя выбракованных коров. Откормочный контингент из молочных стад в перспективе не только существенно не увеличится, но с учетом требований рынка к качеству продукции и динамики молочного скота будет сокращаться.

В связи с этим в целях обеспечения населения и мясоперерабатывающих предприятий региона высококачественной говядиной актуальной становится задача по развитию мясного скотоводства в Пензенской области на основе формирования стада мясного скота, состоящего из специализированных мясных пород, адаптированных к условиям содержания в регионе. Дополнительным резервом увеличения производства высококачественной говядины может служить создание помесных мясных стад с применением промышленного скрещивания коров и

телок молочного направления с быками специализированных мясных пород [7, с. 124].

В целях определения комплекса организационно-экономических мероприятий, необходимых для обеспечения динамичного развития мясного скотоводства в регионе, специалистами ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ и Министерства сельского хозяйства Пензенской области проведен опрос 100 хозяйствующих субъектов, осуществляющих разведение скота мясных пород в регионе.

В настоящее время поголовье скота специализированных мясных пород сосредоточено в КФХ – 89 %, в четырех сельскохозяйственных организациях региона, для которых мясное скотоводство не является основным направлением специализации, содержится порядка 1,2 тыс. голов мясного скота, или 11 % от его общего поголовья.

Таблица 2 / Table 2

Динамика поголовья скота мясных пород в сельскохозяйственных организациях и КФХ Пензенской области за 2018–2020 гг., голов / Dynamics of the livestock of beef breeds in agricultural organizations and peasant farms of the Penza region for 2018–2020, heads

№ п/п	Показатели / Indicators	2018	2019	2020	2020 г. к 2018 г. / 2020 to 2018	
					(+/-)	%
1	Вадинско-Мокшанская зона					
	Крупный рогатый скот мясного направления, всего:	1920	2346	3347	1427	174,3
	в том числе коровы	918	963	1280	362	139,4
2	Белинско-Сердобская зона					
	Крупный рогатый скот мясного направления, всего:	954	1300	1655	701	173,5
	в том числе коровы	134	296	517	383	385,8
3	Никольско-Городищенская зона					
	Крупный рогатый скот мясного направления, всего:	2979	3277	4143	1164	139,1
	в том числе коровы	1140	1197	1425	285	125,0
4	Кузнецко-Лопатинская зона					
	Крупный рогатый скот мясного направления, всего:	1499	1763	1900	401	126,8
	в том числе коровы	724	892	923	199	127,5
	Пензенская область, всего:					
	Крупный рогатый скот мясного направления, всего:	7352	8686	11045	3693	150,2
	в том числе коровы	2916	3348	4145	1229	142,1

Наиболее крупные центры развития мясного скотоводства в настоящее время на территории региона сформировались на территории Никольско-Городищенской зоны, где сосредоточено порядка 38 % от общеобластного поголовья скота мясного направления. Кроме того, в Каменском районе Вадинско-Мокшанской зоны функционирует наиболее устойчиво развивающийся центр мясного скотоводства, сочетающий выращивание мясного скота и углубленную переработку продукции мясного скотоводства.

В более чем 100 КФХ и сельскохозяйственных организаций, содержащих крупный рогатый скот мясного направления, поголовье распределено следующим образом: более 1000 голов – 1; от 500 до 1000 голов – 2; от 200 до 500 голов – 12; от 100 до 200 – 15; менее 100 – 70. Таким образом, основное поголовье скота мясного направления сосредоточено в небольших хозяйствах, имеющих ограниченные возможности для увеличения поголовья скота и расширения производства говядины, затруднительно для них и привлечение заемных средств для развития производства.

В сложившейся ситуации мясное скотоводство будет развиваться преимущественно на базе 32 КФХ и сельскохозяйственные организации с поголовьем от 100 до 2000 голов. Среди них локомотивами отрасли станут 8 КФХ на территории Никольского района (Никольско-Городищенской зоны), Лопатинского района (Кузнецко-Лопатинской зоны), Пачелмского, Каменского, Лунинского и Пензенского районов (его южной степной части) (Вадинско-Мокшанской зоны), Сердобского района (Белинско-Сердобской зоны), а также реализация инвестиционного проекта на базе сельскохозяйственной организации начатого в 2020 г. в Нижнеомовском районе (Вадинско-Мокшанской зоны).

На развитие специализированного мясного скотоводства субсидирование предусмотрено за достижение численности поголовья сельскохозяйственных животных, установленной уполномоченным органом [10]. С учетом действующих мер государственной поддержки в рамках государственной программы «Развитие агропромышленного комплекса Пензенской области», данные хозяйства планируют увеличить к 2024–2025 гг. на своей базе поголовье скота мясного направления до 6–7 тыс. голов или в 2,2 раза, в том числе коров до 3,4 тыс. голов, или в 4 раза, объем про-

изводства скота в живой массе до 900 тонн, или в 2,1 раза. В целом по Пензенской области это позволит увеличить поголовье крупного рогатого скота мясного направления (специализированных мясных пород) с 11,1 тыс. голов в 2020 г. до 16,1 тыс. голов в 2024–2025 гг., или на 45,7%. Очевидно, что такой сценарий развития мясного скотоводства не решит стоящих перед регионом задач по модернизации отрасли мясного скотоводства с доведением его материально-технической базы до современного уровня и выведением специализированных хозяйств по производству скота мясных пород на первое место, по обеспечению населения высококачественной говядиной, а также развитию экспортного потенциала региона в данном направлении. Господдержка должна носить системный характер, сочетать федеральные и региональные меры, обеспечивать рациональное использование природных, материальных, трудовых и финансовых ресурсов, включать разнообразные методы и инструменты воздействия на экономику подотрасли [6, с. 163].

Таким образом, сложившиеся ситуация в отрасли мясного скотоводства Пензенской области свидетельствует об острой необходимости принятия комплекса долгосрочных организационно-экономических мероприятий, направленных на обеспечение динамичного развития мясного скотоводства на базе региональной программы «Развитие мясного скотоводства Пензенской области». При выработке комплекса организационно-экономических мероприятий, направленных на развитие мясного скотоводства, необходимо учитывать и максимально использовать факторы, способствующие развитию в регионе отрасли специализированного мясного скотоводства, как поставщика высококачественной говядины:

- на территории региона деятельностью по разведению крупного рогатого скота занимается порядка 100 сельскохозяйственных товаропроизводителей, данные хозяйства могут стать основой для дальнейшего увеличения поголовья мясного скота и наращиванию объемов производства говядины;

- на территории области существуют достаточно крупные рынки сбыта говядины: агломерация г. Пензы с населением порядка 600,0 тыс. чел., города Кузнецка, Сердобска, Каменки с общим населением более 150,0 тыс. чел.;

- на территории Пензенской области действуют порядка 58 крупных, средних и малых мясоперерабатывающих предприятий и кооперативов;

– выгодное экономико-географическое положение региона на пересечении федеральных трасс М5 «Урал» и Р158 «Саратов – Нижний Новгород» позволяют осуществлять поставки продукции в крупные мегаполисы г. Москвы и Московскую область, Нижний Новгород и др.;

– на территории Пензенской области активно развивается отрасль растениеводства в 2020 г. объем производства зерна достиг 3,0 млн тонн, что способствует приобретению по доступным ценам для животноводческих хозяйств зерна и зерноотходов для производства комбикормов;

– развитию кормовой базы в мясном скотоводстве с учетом увеличения поголовья крупного рогатого скота мясного направления способствует наличие 58 тыс. га сенокосов, более 500 тыс. га естественных кормовых угодий (значительные площади которых сосредоточены в Никольско-Городищенской и Кузнецко-Лопатинской зонах) и порядка 150 тыс. га посевов многолетних и однолетних трав;

– развитая система ветеринарного обслуживания в муниципальных районах Пензенской области;

– подготовка кадров для работы в мясном скотоводстве и повышение квалификации на базе ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет».

При условии выделения мясного скотоводства, как одной из приоритетных отраслей аграрного сектора региона, основной целью развития данной отрасли должно стать обеспечение в полном объеме потребности населения и мясоперерабатывающих предприятий региона высококачественным мясом говядины, и увеличение поставок говядины, получаемой от специализированных пород скота, за пределы области. В свою очередь, Российская Федерация в настоящий момент не в полной мере обеспечивает потребности потребительского рынка данного вида продукцией и практически не поставляет собственное производство на экспорт [3, с. 58].

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач: создание экономических и технологических условий формирования и устойчивого развития замкнутой системы: воспроизводства, откорма мясного скота, его убоя первичной и углубленной переработки, реализации произведенной продукции в различных сегментах оптовой и розничной торговли в регионе и за его пределами; повышение

инвестиционной привлекательности мясного скотоводства в регионе; повышение уровня занятости и жизни сельского населения путем расширения масштабов его занятости на основе развития перспективной отрасли мясного скотоводства; создание устойчивых агроэкосистем на базе хозяйств, специализирующихся на разведении мясного скота.

Результаты

С учетом вышеизложенных целей и задач в рамках региональной программы необходимо выделить два блока организационно-экономических мероприятий.

На первом этапе необходимо:

– обеспечить необходимым стабильным финансированием мероприятия по государственной поддержке мясного скотоводства действующих в рамках государственной программы «Развитие агропромышленного комплекса Пензенской области», утвержденной постановлением Правительства Пензенской области от 18.09.2013 г. № 691-пП в целях создания условий для увеличения поголовья мясного скота и развития материально-технической базы отрасли;

– восстановить ранее существовавшую областную ассоциацию «Скотопромышленников Пензенской области», объединяющую сельскохозяйственных товаропроизводителей, выращивающих мясной скот, основными целями которой на первом этапе должно стать: продвижение продукции мясного скотоводства на региональном и межрегиональном рынке, анализ рынка мяса и поиск новых каналов сбыта, создание регионального бренда, улучшение работы по искусственному осеменению в хозяйствах, выращивающих мясной скот;

– повышение квалификации глав КФХ, специалистов и работников хозяйств, занимающихся выращиванием мясного скота, в целях повышения производительности труда, рационального использования трудовых ресурсов, внедрения современных технологий, обеспечивающих увеличение выхода телят до 85–90 %, увеличения среднесуточных привесов молодняка на откорме с 400–500 г до 700–800 г, доведение средней живой массы молодняка при реализации до 450–500 кг и более.

На втором этапе необходимо:

– обеспечить повышение инвестиционной привлекательности отрасли мясного скотоводства

путем формирования инвестиционных площадок на залежных землях (с относительно низкими бонитетами почв) и неиспользуемых в полном объеме площадях естественных кормовых угодий и предоставление их на льготных условиях инвесторам для создания современных животноводческих ферм с поголовьем не менее 1000 голов коров мясного направления для формирования маточного поголовья;

– создание на базе региональной ассоциации «Скотопромышленников Пензенской области»: племенной базы чистопородного скота мясного направления для дальнейшей реализации телок и нетелей сельскохозяйственным товаропроизводителям региона, а в дальнейшем и за его пределами; мясокомбината, специализирующегося на переработке продукции мясного скотоводства и его реализации под региональным брендом; специализированного предприятия по утилизации отходов переработки говядины с производством востребованных на рынке продуктов (корма для домашних животных и др.), а также предприятия по обработке шкур с последующей их реализацией специализированным предприятиям кожевенной промышленности;

– внедрение в хозяйствах, специализирующихся на выращивании мясного скота и имеющих маточное поголовье коров, специализированных мясных пород, информационных технологий, направленных на повышение зоотехнического учета, создание электронной базы данных скота на ферме с учетом половозрастных и породных особенностей с учетом этого рациона и определения условий содержания, создание

информационной базы полей с посевами многолетних трав и улучшенных естественных кормовых угодий, что с учетом сортовых особенностей кормовых культур позволит наиболее рационально использовать их потенциал при выпасе скота и в кормопроизводстве;

– создание на базе ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» лаборатории по внедрению на региональном уровне в мясное скотоводство технологии трансплантации эмбрионов скота мясных пород, обеспечивающей максимальными темпами наращивание высокопродуктивного стада. Цель создания лаборатории – получение генетически ценных эмбрионов для ускоренного размножения молочного и мясного скота высокой продуктивности в различных регионах страны [1].

Заключение

Развитие мясного скотоводства в Пензенской области, кроме экономического эффекта, выражающегося в увеличении объемов производства и реализации говядины, роста поступления налогов в бюджеты всех уровней, даст значительный социальный и экологический эффект, который будет заключаться в сохранении и развитии сельских поселений, расположенных в зонах с низким плодородием почв и высоким уровнем изрезанности полей овражно-балочной системой, не позволяющих внедрять интенсивные технологии производства продукции растениеводства, через создание новых рабочих мест в мясном скотоводстве.

1. Бабенков В. Ю., Хромов Н. И., Машталер Д. В., Хромова В. В. Вспомогательные репродуктивные технологии в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота // Фермер. Черноземье. 2017. № 4 (4). С. 24–25. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30782263> (дата обращения: 30.08.2021).

2. Беляк В. Б., Тимошкин О. А. Совершенствование набора культур и структуры кормовых угодий для мясного скота в лесостепной зоне // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 1. С. 49–52. DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-11013>

3. Бурик М. В., Попов А. А. Экспорт и импорт мяса крупнорогатого скота как важный элемент продовольственной безопасности потребительского рынка // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. 2017. № 3. С. 54–61. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29903851> (дата обращения: 02.09.2021).

4. Кадыкова О. Ф., Чуворкина Т. Н. Оценка состояния мясного скотоводства пензенской области // Проблемы управления, экономики и права в общегосударственном и региональном масштабах // Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2020. С. 89–92. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44063762> (дата обращения: 05.09.2021).

5. Кибкало Л. И., Гончарова Н. А., Грошевская Т. О., Куравцова Т. Э., Мамонтов Н. С. Перспективы развития мясного скотоводства в Центральном Черноземье // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 31–35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-myasnogo-skotovodstva-v-tsentralnom-chernozemie/viewer> (дата обращения: 28.08.2021).

6. Королькова А. П., Стратонович Ю. Р. Государственная поддержка развития мясного скотоводства: региональный аспект // Вестник ВНИИМЖ. 2017. № 2 (26). С. 158–163 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-podderzhka-razvitiya-myasnogo-skotovodstva-regionalnyy-aspekt> (дата обращения: 10.09.2021).
7. Лыков А. С. Мясное скотоводство Магаданской области и перспективы его развития // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2019. № 3. С. 123–126. DOI: <https://doi.org/10.25808/08697698.2019.205.3.021>
8. Минаков И. А., Кувшинов В. А., Бекетов А. В. Проблемы развития мясного скотоводства // Наука и образование. 2020. Т. 3. № 1. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42748684> (дата обращения: 06.09.2021).
9. Терновых К. С., Коробков Е. В. Мясное скотоводство России: состояние и ориентиры развития // Московский экономический журнал. 2020. № 2. С. 231–238. DOI: <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2020-10087>
10. Тихомиров А. И., Кузьмина Т. Н. Эффективность развития процессов импортозамещения в мясном скотоводстве // Техника и оборудование для сел. 2020. № 6. С. 45–48. DOI: <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-6-45-48>

Статья поступила в редакцию 08.09. 2021 г.; одобрена после рецензирования 06.10.2021 г.; принята к публикации 11.10.2021 г.

Об авторах

Иванов Александр Александрович

кандидат экономических наук, доцент Пензенский государственный аграрный университет (440014 Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0445-3301>, ivanov.a.a@pgau.ru

Столярова Ольга Анатольевна

кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Управление, экономика и право», Пензенский государственный аграрный университет (440014 Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9389-3068>, stolyarova.o.a@pgau.ru

Шатова Антонина Викторовна

кандидат экономических наук, проректор по учебной работе, доцент, Пензенский государственный аграрный университет (440014 Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9904-1421>, shatova.a.v@pgau.ru

Решеткина Юлия Владимировна

кандидат экономических наук, старший преподаватель, Пензенский государственный аграрный университет (440014 Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8324-1296>, reshetkina.y.v@pgau.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Babenkov V. Yu., Khromov N. I., Mashtaler D. V., Khomova V. V. Vspomogatel'nye reproduktivnye tekhnologii v vosproizvodstve i selektsii krupnogo rogatogo skota [Assisted reproductive technologies in the reproduction and selection of cattle]. *Fermer. Chernozem'e* = Farmer. Black Earth Region, 2017, no. 4(4), pp. 24–25. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30782263> (accessed: 30.08.2021). (In Russ.).

2. Belyak V. B., Timoshkin O. A. Sovershenstvovanie nabora kul'tur i struktury kormovykh ugodii dlya myasnogo skota v lesostepnoi zone [Improving the set of crops and the structure of forage lands for beef cattle in the forest-steppe zone]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* = International agricultural journal, 2019, no. 1, pp. 49–52. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-11013>

3. Burik M. V., Popov A. A. Eksport i import myasa krupnorogatogo skota kak vazhnyi element prodovol'stvennoi bezopasnosti potrebitel'skogo rynka [Export and import of cattle meat as an important element of food security of the consumer market]. *Vestnik Khabarovskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i prava* = Bulletin of the Khabarovsk State University of Economics and Law, 2017, no. 3, pp. 54–61. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29903851> (accessed: 02.09.2021). (In Russ.).

4. Kadykova O. F., Chuvorkina T. N. Otsenka sostoyaniya myasnogo skotovodstva Penzenskoi oblasti [Assessment of the state of meat cattle breeding in the Penza region]. *Problemy upravleniya, ekonomiki i prava v obshchegosudarstvennom i regional'nom masshtabakh (sbornik statei VII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii)* = Problems of management, economics and law on a national and regional scale: collection of articles of the VII All-Russian scientific and practical conference, Penza, 2020, pp. 89–92. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44063762> (accessed: 05.09.2021). (In Russ.).

5. Kibkalo L. I., Goncharova N. A., Groshevskaya T. O., Kuravtsova T. E., Mamontov N. S. Perspektivy razvitiya myasnogo skotovodstva v Tsentral'nom Chernozem'e [Prospects for the development of beef cattle breeding in the Central Chernozem region]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = Vestnik of the Kursk State Agricultural Academy, 2018, no. 1,

pp. 31–35. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-myasnogo-skotovodstva-v-tsentrlnom-chnozemie/viewer> (accessed: 28.08.2021). (In Russ.).

6. Korolkova A. P., Stratonovich Yu. R. Gosudarstvennaya podderzhka razvitiya myasnogo skotovodstva: regional'nyi aspekt [State support of beef cattle development: regional aspect]. *Vestnik VNIIMZh* = Journal of VNIIMZH, 2017, no. 2 (26), pp. 158–163. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-podderzhka-razvitiya-myasnogo-skotovodstva-regionalnyy-aspekt> (accessed: 10.09.2021). (In Russ.).

7. Lykov A. S. Myasnnoe skotovodstvo Magadanskoi oblasti i perspektivy ego razvitiya [Beef cattle farming in Magadan region and prospects for its development]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk* = Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 2019, no. 3, pp. 123–126. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25808/08697698.2019.205.3.021>

8. Minakov I. A., Kuvshinov V. A., Beketov A. V. Problemy razvitiya myasnogo skotovodstva [Problems of development of beef cattle breeding]. *Nauka i Obrazovanie* = Science and Education, 2020, vol. 3, no. 1. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42748684> (accessed: 06.09.2021). (In Russ.).

9. Ternovyykh K. S., Korobkov E. V. Myasnnoe skotovodstvo Rossii: sostoyanie i orientiry razvitiya [Meat cattle breeding in Russia: state and development guidelines]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* = Moscow Economic Journal, 2020, no. 2, pp. 231–238. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2413-046H-2020-10087>

10. Tikhomirov A. I., Kuzmina T. N. Effektivnost' razvitiya protsessov importozameshcheniya v myasnom skotovodstve [Effectiveness of import substitution processes development in beef cattle breeding]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sel* = Machinery and Equipment for Rural Area, 2020, no. 6, pp. 45–48. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2020-6-45-48>

The article was submitted 08.09.2021; approved after reviewing 06.10.2021; accepted for publication 11.10.2021.

About the authors

Alexander A. Ivanov

Ph. D. (Economics), Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0445-3301>, ivanov.a.a@pgau.ru

Olga A. Stolyarova

Ph. D. (Economics), Associate Professor, Head of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9389-3068>, stolyarova.o.a@pgau.ru

Antonina V. Shatova

Ph. D. (Economics), Vice-Rector for Academic Affairs, Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9904-1421>, shatova.a.v@pgau.ru

Yulia V. Reshetkina

Ph. D. (Economics), Senior Lecturer of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8324-1296>, reshetkina.y.v@pgau.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 619:615.9:616-085

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-236-241

СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ МИКОТОКСИКОЗАХ ЖИВОТНЫХ**Н. Н. Мишина***Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Микотоксины являются вторичными метаболитами плесневых грибов и наносят большой экономический ущерб, ухудшая продуктивность и конверсию корма, снижая иммунитет и репродуктивную функцию, увеличивая затраты на лечение животных. Несмотря на возрастающий перечень фармакологических препаратов для лечения микотоксикозов, выбор эффективных средств защиты от микотоксинов еще крайне незначителен, так как специфической профилактики пока не разработано. В данной статье проведена оценка эффективности специфических поликлональных сывороток при микотоксикозе животных. Для постановки эксперимента сформировали 4 группы белых крыс. Первая группа животных служила биологическим контролем, крысам второй группы задавали Т-2 токсин в виде 5%-го водно-спиртового раствора в дозе 1/10 ЛД₅₀, третья группа получали Т-2 токсин в аналогичной дозировке и лечение в виде инъекций поликлональной сыворотки в дозе 0,3 мл на кг массы тела в первые, седьмые и четырнадцатые сутки эксперимента, крысам четвертой группы вводили только поликлональную сыворотку в те же сроки и дозировках. В результате проведения гравиметрических исследований установлено, что у крыс второй группы к концу эксперимента регистрировали потерю массы тела на 36,5 % ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой, тогда как на фоне лечения – 13,8 % ($p < 0,01$). На основании результатов гематологических и биохимических исследований крови подопытных животных установлено улучшение гомеостаза организма и метаболической функции печени. Результаты проведенного исследования обосновывают целесообразность применения специфического лечения на основе специфических поликлональных сывороток для терапии микотоксикозов животных.

Ключевые слова: микотоксикоз, специфическое лечение, Т-2 токсин, поликлональная сыворотка

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мишина Н. Н. Специфическая терапия при микотоксикозах животных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 236–241. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-236-241>

SPECIFIC THERAPY FOR MYCOTOXICOSIS OF ANIMALS**N. N. Mishina***Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation*

Abstract. Mycotoxins are secondary metabolites of mold fungi and cause great economic damage, impairing the productivity and conversion of feed, reducing immunity and reproductive function, increasing the cost of treating animals. Despite the growing list of pharmacological drugs for the treatment of mycotoxicosis, the choice of effective means of protection against mycotoxins is still extremely insignificant, since no specific prevention has yet been developed. This article evaluates the effectiveness of specific polyclonal serums in animal mycotoxicosis. To set up the experiment, 4 groups of white rats were formed. The first group of animals served as biological control, the rats of the second group received T-2 toxin in the form of a 5% water-alcohol solution at a dose of 1/20 LD₅₀, the third group received T-2 toxin in a similar dosage and treatment in the form of injections of polyclonal serum at a dose of 0.3 ml per kg of body weight on the first, seventh and fourteenth days of the experiment, the fourth was injected polyclonal serum at the same time and dosages. As a result of gravimetric studies, it was found that by the end of the experiment, the rats of the second group had a body weight loss of 36,5 % ($p < 0,001$) compared to the control group, while against the background of treatment - 13,8 % ($p < 0,01$). Based on the results of hematological and biochemical studies of the blood of experimental animals, an improvement in the homeostasis of the body and the metabolic function of liver was established. The results of the study justify the expediency of using specific treatment based on specific polyclonal serums for the treatment of mycotoxicosis in animals.

Keywords: mycotoxicosis, specific treatment, T-2 toxin, polyclonal serum

The author declares no conflict of interests.

For citation: Mishina N. N. Specific therapy for mycotoxicosis of animals. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 236–241. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-236-241>

Введение

Микотоксины являются вторичными метаболитами плесневых грибов и наносят большой экономический ущерб, ухудшая продуктивность и конверсию корма, снижая иммунитет и репродуктивную функцию, увеличивая затраты на лечение животных [9; 10; 15], среди которых Т-2 токсин самый распространенный в Российской Федерации [4; 5; 8]. Микотоксины вызывают у животных заболевания – микотоксикозы.

В настоящее время разработано большое количество средств лечения и профилактики микотоксикозов, на основе сорбентов¹ [3; 6], иммуномодуляторов [14], антиоксидантов, пробиотиков, но их действие в первую очередь направлено на устранение последствий токсического действия или неселективного выведения из организма, а не на сам токсин [1; 7]. Несмотря на возрастающий перечень фармакологических препаратов для лечения микотоксикозов, выбор эффективных средств защиты от микотоксинов еще крайне незначителен, так как специфической профилактики пока не разработано. Антитоксические сыворотки в медицинской и ветеринарной практике также отсутствуют, это связано в первую очередь с тем, что микотоксины – это низкомолекулярные соединения, не обладающие способностью к антителообразованию.

Цель исследования: оценка эффективности специфических поликлональных сывороток при микотоксикозе животных.

Материалы и методы

Работа выполнена в лаборатории микотоксинов отделения токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» (г. Казань). В работе использовали:

¹ Мишина Н. Н. Профилактическая эффективность лигнин- и полисахаридсодержащих энтеросорбентов при сочетанном Т-2 и афлатоксикозе: дис. ... канд. биол. наук: 16.00.04. Казань, 2008. 156 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19204064> (дата обращения: 09.09.2021).

кристаллический Т-2 токсин («Sigma», США), специфические поликлональные сыворотки, полученные по классической схеме иммунизации белых крыс по методике, описанной ранее [5].

Для постановки эксперимента сформировали 4 группы белых крыс по принципу аналогов, по 6 животных в каждой. Первая группа животных служила биологическим контролем, крысам второй группы задавали Т-2 токсин в виде 5 %-го водно-спиртового раствора в дозе 1/10 ЛД₅₀, третья группа получали Т-2 токсин в аналогичной дозировке и лечение в виде инъекций поликлональной сыворотки в дозе 0,3 мл на кг массы тела в первые, седьмые и четырнадцатые сутки эксперимента, крысам четвертой группы вводили только поликлональную сыворотку в те же сроки и дозировках. В течение эксперимента вели учет выживаемости, динамики изменения массы тела. По окончании эксперимента проводили эвтаназию животных с отбором крови для лабораторных исследований.

Гематологические исследования, включающие определение количества эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, проводили с использованием гематологического анализатора Mythic 18 (Франция), скорость оседания эритроцитов (СОЭ) – микрометодом Панченкова².

Содержание общего белка, глюкозы, холестерина, активности ферментов аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, щелочной фосфатазы в сыворотки крови животных проводили с помощью биохимического анализатора Microlab 300 (Нидерланды).

Полученные экспериментальные данные обрабатывали математически общепринятым методом вариационной статистики с применением критерия достоверности по Стьюденту с использованием специальных программ.

² Кондрахин И. П. [и др.]. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. М.: Колос, 2004. 520 с. URL: <https://med-books.by/veterinariya/25685-metody-veterinarnoy-klinicheskoy-laboratornoy-dagnostiki-kondrahin-ip-2004-god.html> (дата обращения: 09.09.2021).

Результаты

При скармливании кормов, загрязненных микотоксинами, у крыс 2 группы уже на 5 день эксперимента наблюдали признаки токсикоза: угнетение, снижение двигательной активности, апетита, диарея, взъерошенность шерстного покрова, анемичность слизистых оболочек. На 18 день была отмечена гибель одного животного, труп ко-

торого подвергся патологоанатомическому вскрытию. У животных, получавших специфическое лечение клинические признаки не проявились. Гравиметрические исследования показали, что у крыс второй группы к концу эксперимента регистрировали потерю массы тела на 36,5 % ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой, тогда как на фоне лечения – 13,8 % ($p < 0,01$) (рис.).

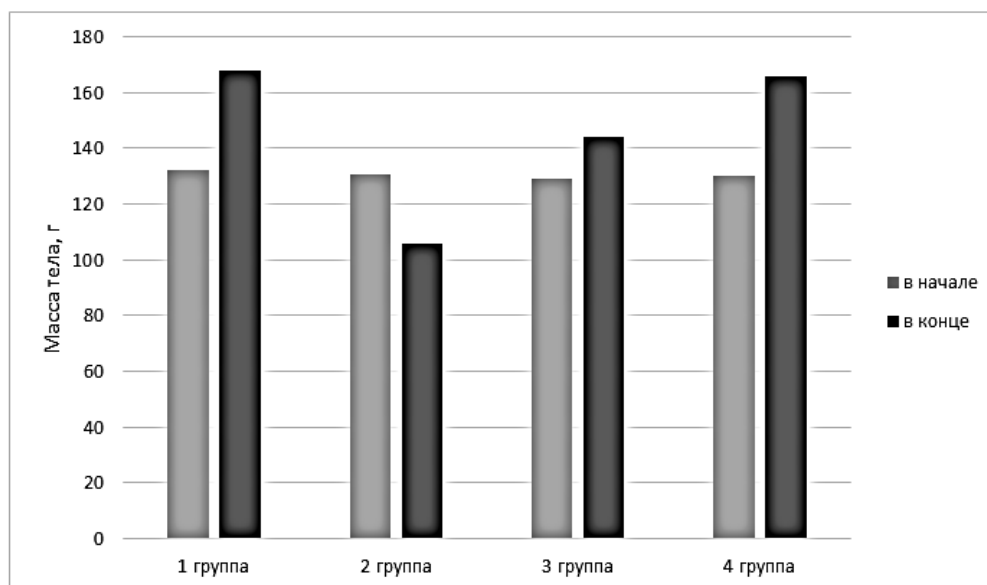


Рис. Динамика живой массы белых крыс в ходе эксперимента /
Fig. Dynamics of the live weight of white rats during the experiment

По результатам общего анализа крови выявлено, что у животных 2 опытной группы отмечаются выраженные признаки анемии, на протяжении всего опыта (табл.). К концу опыта у крыс в группе без лечения отмечается достоверное снижение эритроцитов по отношению к контрольной группе на 28 %, гемоглобина – 34 %, лейкоцитов – 33 %, в группе на фоне лечения снижение данных показателей было менее выражено.

К концу опыта у этих крыс отмечается достоверное снижение эритроцитов по отношению к контрольной группе на 28 %, гемоглобина – 34 %, лейкоцитов – 33 %, в группе с лечением снижение данных показателей было менее выражено.

Таблица / Table

Гематологические показатели белых крыс при T-2-токсикозе на фоне специфического лечения ($M \pm m$; $n=6$) / Hematological parameters of white rats with T-2 toxico-sis against the background of specific treatment ($M \pm m$; $n = 6$)

Группа / Group	Эритроциты, $\times 10^{12}$ / Erythrocytes, $\times 10^{12}$	Лейкоциты, $\times 10^9$ / Leukocytes, $\times 10^9$	Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g / l	СОЭ, мм/ч / ESR, mm / h
1	$7,8 \pm 0,4$	$14,0 \pm 1,0$	$178,0 \pm 6,2$	$1,05 \pm 0,2$
2	$5,65 \pm 0,5^{**}$	$9,32 \pm 1,1^{**}$	$118,9 \pm 6,^{***}$	$2,26 \pm 0,14^{***}$
3	$7,05 \pm 0,4$	$11,69 \pm 0,8^*$	$152,0 \pm 3,8^{**}$	$1,74 \pm 0,2^*$
4	$7,86 \pm 0,4$	$14,23 \pm 0,6$	$180,7 \pm 3,8$	$1,12 \pm 0,5$

* - $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Микотоксины существенно влияют на метаболическую функцию печени, что сопровождается значительными изменениями биохимического профиля животных. Ферменты сыворотки крови, включая АсАТ, АлАТ, щелочная фосфатаза являются важными биомаркерами активности печени [11; 13]. Эти ферменты в основном присутствуют в цитоплазме и митохондриях клеток печени [12]. Их повышение в сыворотке крови связано с утечкой ферментов в кровотоки из-за разрушения гепатоцитов в результате некроза или вследствие изменения проницаемости мембран, вызванного действием микотоксина. Проведение специфической терапии крыс третьей группы позитивно сказалось на функциональном состоянии печени, где разница по АлАТ с показателем интактного контроля составила на 30 день – 50,4 % ($p < 0,05$), АсАТ – 30 %, при токсикозе колебания данных показателей составило 92,9 ($p < 0,001$) и 66 % ($p < 0,05$) соответственно. В содержании щелочной фосфатазы прослеживалась аналогичная динамика: у животных в группе без лечения данный показатель к концу наблюдений превышал значения контроля в 2 раза, в то время как у крыс в 3 группе в 1,4 раза. Повышение уровней сывороточных ферментов также связывают с желчным холестазом и гиперплазией желчных протоков. При оценке показателей желчеобразования при Т-2 токсикозе была зарегистрирована гипербилирубинемия и гиперхолестеринемия – в сыворотке крови крыс, получавших лечение и без, разница в концентрации общего билирубина составила примерно 22 %, холестерина – 56 %, причем изменения носили достоверный характер.

Применение специфической терапии способствовало коррекции белкового обмена у крыс на фоне токсической гепатодистрофии, так, достаточно низкий уровень общего белка повышался в группах, но в опытных группах увеличение было более динамичным, и с 20 дня статистически достоверной была разница по сравнению с контрольной группой, которая составила на конец эксперимента 10,12–19,65 %, аналогичная динамика установлена и в отношении уровня альбумина.

Заключение

Таким образом, применение специфической терапии приводит к ослаблению действия микотоксина на организм животных, что подтверждается снижением клинических проявлений интоксикации, положительной динамикой приростов массы тела и повышением выживаемости крыс в опыте. В результате проведения гравиметрических исследований установлено, что у крыс второй группы к концу эксперимента регистрировали потерю массы тела на 36,5 % ($p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой, тогда как на фоне лечения – 13,8 % ($p < 0,01$). На основании результатов гематологических и биохимических исследований крови подопытных животных, установлено улучшение гомеостаза организма и метаболической функции печени. Результаты проведенного исследования, обосновывают целесообразность применения специфического лечения на основе специфических поликлональных сывороток для терапии микотоксикозов животных.

1. Кадилов И. Р., Новиков В. А., Трмасов М. Я. Показатели естественной резистентности кроликов при отравлении Т-2 токсином и применении лекарственных средств // Актуальные проблемы болезней молодняка в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции. Воронеж. 2008. С. 162–165. URL: <http://zoovet.info/vet-knigi/nezaraznye-bolezni/bolezni-molodnyaka-2/5640-pokazateli-estestvennoj-rezistentnosti-krolikov-pri-otravlenii-t-2-toksinom-i-primeneni-lekarstvennykh-sredstv> (дата обращения: 09.08.2021).

2. Мишина Н. Н., Семенов Э. И., Папуниди К. Х. Применение конъюгата Т-2 токсина с полилизинном для обнаружения Т-2 токсина в конкурентном ИФА // Ветеринарный врач. 2017. № 4. С. 33–40. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29808729> (дата обращения: 09.08.2021).

3. Мишина Н. Н. и др. Обоснование введения в рацион животных комбинации сорбентов неорганической и органической природы при Т-2 токсикозе // Ветеринарный врач. 2019. № 2. С. 30–37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37263549> (дата обращения: 09.08.2021).

4. Папуниди К. Х. и др. Микотоксины (в пищевой цепи): монография // Казань : ФЦТРБ-ВНИВИ, 2017. 188 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32839807> (дата обращения: 09.08.2021).

5. Потехина Р. М. и др. Полевые изоляты рода *Fusarium sporotrichioides* продуцирующие Т-2 и зеараленон // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 2. С. 51–57. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46322811> (дата обращения: 09.08.2021).

6. Танасева С. А. и др. Влияние цеолита и шунгита на содержание витамина А в организме цыплят-бройлеров при микотоксикозе // Ветеринария. 2020. № 12. С. 51–54. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44330677> (дата обращения: 09.08.2021).

7. Шадрин А. М. Применение природных цеолитов для детоксикации микотоксинов в кормах // Гигиена, ветеринарная санитария и экология животноводства: материалы Всероссийской научно-производственной конференции. Чебоксары. 1994.
8. Штыров И. Н. Аналитика данных распространения Т-2 токсина в Республике Татарстан // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 1. С. 167–172. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45633170> (дата обращения: 09.08.2021).
9. Bennett J. W., Klich M. Mycotoxins // Clin. Microbiol. Rev. 2003. № 16. P. 497–516. DOI: 10.1128/CMR.16.3.497–516.2003
10. Channaiah L. Mycotoxins and food safety concerns // Microbiology. 2014. № 5. P. 5–7. DOI: 10.5772/intechopen.92845
11. Ozer J., Ratner M., Shaw M., Bailey W., Schomaker S. The current state of serum biomarkers of hepatotoxicity // Toxicology. 2008. № 245 (3). P. 194–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2007.11.021>
12. Potter B. Liver-intermediary metabolism // Pharm: The Comprehensive Pharmacology Reference. 2007. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-008055232-3.62918-6>
13. Tarasova E. Yu. [et al] Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis // Systematic Reviews in Pharmacy. 2020. Vol. 11. № 11. P. 264–268. DOI: <https://doi.org/10.31838/srp.2020.11.38>
14. Semenov E. I. [et al] Screening drugs-potential immunomodulators for T-2 mycotoxicosis // Bali Medical Journal. 2017. № 6 (2). P. 110–114. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30633954> (дата обращения: 09.09.2021).
15. Zain M. E. Impact of mycotoxins on humans and animals // Journal of Saudi Chemical Society. 2011. № 15 (2). P. 129–144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2010.06.006>

Статья поступила в редакцию 14.08.2021 г.; одобрена после рецензирования 15.09.2021 г.; принята к публикации 29.09.2021 г.

Об авторе

Мишина Наиля Наримановна

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микотоксинов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9312-0970>, mishinanailyan@yandex.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Kadikov I. R., Novikov V. A., Tremasov M. Ya. Pokazateli estestvennoy rezistentnosti krolikov pri otravlenii T-2 toksinom i primenении lekarstvennykh sredstv [Indicators of natural resistance of rabbits with T-2 toxin poisoning and the use of medicines]. *Aktual'nye problemy boleznei molodnyaka v sovremennykh usloviyakh: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Actual problems of diseases of young animals in modern conditions: materials of the International scientific and practical conference, Voronezh, 2008, pp. 162–165. Available at: <http://zoovet.info/vet-knigi/nezaraznye-bolezni/bolezni-molodnyaka-2/5640-pokazateli-estestvennoj-rezistentnosti-krolikov-pri-otravlenii-t-2-toksinom-i-primenении-lekarstvennykh-sredstv> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
2. Mishina N. N., Semenov E. I., Papunidi K. H. Primenenie kon'yugata T-2 toksina s polilizinom dlya obnaruzheniya T-2 toksina v konkurentnom IFA [Application of T - 2 toxin conjugate with polylysine for the detection of T-2 toxin in competitive ELISA]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2017, no. 4, pp. 33–40. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29808729> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
3. Mishina N. N. et al. Obosnovanie vvedeniya v ratsion zhivotnykh kombinatsii sorbentov neorganicheskoi i organicheskoi prirody pri T-2 toksikoze [Justification of the introduction of a combination of inorganic and organic sorbents into the diet of animals with T-2 toxicosis]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2019, no. 2, pp. 30–37. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37263549> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
4. Papunidi K. Kh. et al. Mikotoksiny (v pishchevoi tsepi): monografiya [Mycotoxins (in the food chain): monograph]. Kazan, FSBI "FCTRB-VNIVI" Publ., 2017, 188 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32839807> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
5. Potekhina R. M. et al. Polevye izolyaty roda Fusarium sporotrichioides produciyushchie T-2 i zearalenon [Field isolates of the genus of fungi Fusarium sporotrichioides producing T-2 and zearalenone]. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii* = International Journal of Veterinary Medicine, 2021, no. 2, pp. 51–57. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46322811> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
6. Tanaseva S. A. et al. Vliyanie tseolita i shungita na sodержание vitamina A v organizme tsyplyat-broilerov pri mikotoksikoze [Influence of zeolite and shungite on the content of vitamin A in the body of broiler chickens for mycotoxicosis]. *Veterinariya* = Veterinary Medicine, 2020, no. 12, pp. 51–54. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44330677> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
7. Shadrin A. M. Primenenie prirodnykh tseolitov dlya detoksikatsii mikotoksinov v kormakh [The use of natural zeolites for the detoxification of mycotoxins in feed]. *Gigiya, veterinarnaya sanitariya i ekologiya zhivotnovodstva: materialy Vserossiiskoi nauchno-proizvodstvennoi konferentsii* = Hygiene, veterinary sanitation and ecology of animal husbandry: materials of the All-Russian scientific and production conference, Cheboksary, 1994, 529 p. (In Russ.).

8. Shtyrov I. N. et al. Analitika dannykh rasprostraneniya T-2 toksina v Respublike Tatarstan [Analysis of T-2 toxin distribution data in the Republic of Tatarstan]. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii* = International Journal of Veterinary Medicine, 2021, no. 1, pp. 167–172. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45633170> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
9. Bennett J. W., Klich M. Mycotoxins. *Clin. Microbiol. Rev.*, 2003, no. 16, pp. 497–516. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1128/CMR.16.3.497-516.2003>
10. Channaiah L. Mycotoxins and food safety concerns. *Microbiology*, 2014, no. 5, pp. 5–7. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.92845>. (In Eng.).
11. Ozer J., Ratner M., Shaw M., Bailey W., Schomaker, S. The current state of serum biomarkers of hepatotoxicity. *Toxicology*, 2008, no. 245 (3), pp. 194–205. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2007.11.021>
12. Potter B. Liver-intermediary metabolism. *Pharm: The Comprehensive Pharmacology Reference*, 2007, pp. 1–6. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-008055232-3.62918-6>
13. Tarasova E. Yu. et al. Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 2020, vol. 11, no. 11, pp. 264–268. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.31838/srp.2020.11.38>
14. Semenov E. I. et al. Screening drugs-potential immunomodulators for T-2 mycotoxicosis. *Bali Medical Journal*, 2017, no. 6(2), pp. 110–114. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30633954> (accessed: 09.09.2021). (In Eng.).
15. Zain M. E. Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi Chemical Society*, 2011, no. 15 (2), pp. 129–144. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2010.06.006>

The article was submitted 14.08.2021; approved after reviewing 15.09.2021; accepted for publication 29.09.2021.

About the author

Nailya N. Mishina

Ph. D. (Biology), Leading Researcher of the Mycotoxin Laboratory, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2 Nauchnyi gorodok, Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9312-0970>, mishinanailyan@yandex.ru

The author has read and approved the final manuscript.

УДК 619.615.33

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-242-250

**КУЛЬТУРА КЛЕТОК КАК ОБЪЕКТ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ МИКОТОКСИНОВ
И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ IN VITRO (ОБЗОР)****А. И. Самсонов***Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Статья направлена на обзор различных моделей культур клеток или совместного культивирования *in vitro*, которые можно использовать для оценки воздействия микотоксинов, токсичности и снижения риска, а также их пригодности и ограничений для оценки безопасности пищевых продуктов животного происхождения и побочных продуктов питания. Микотоксины представляют собой проблему во всем мире из-за их способности заражать сельскохозяйственные товары и представлять риск для здоровья как людей, так и животных. Поскольку микотоксины обычно присутствуют комбинированно, важно не только понимать их механизмы токсического действия, многие из которых неизвестны, но также понимать, как они взаимодействуют друг с другом, чтобы воздействовать на людей и животных, подвергшихся их воздействию. Модели кишечного барьера *in vitro* на культуре клеток использовались для имитации перорального воздействия микотоксинов. Эти кишечные модели обычно основаны на системе культуры однослойных эпителиальных клеток, иногда выращиваемых на мембранных вставках, чтобы лучше имитировать кишечный барьер для оценки кишечного транспорта микотоксинов. Был разработан и применен ряд различных подходов к смягчению последствий, чтобы помочь уменьшить неблагоприятное воздействие микотоксинов на животных. Учитывая это, существует постоянная потребность в разработке новых более эффективных адсорбентов микотоксинов и в оценке их эффективности. Культура клеток *in vitro* может помочь лучше понять, что на самом деле происходит на уровне кишечника. Системы культивирования клеток *in vitro* (системы монокультуры или совместного культивирования) могут быть полезным и эффективным подходом для начала изучения сложных проблем токсичности микотоксинов, специфичных для органов и видов, на клеточном и молекулярном уровнях, таких как взаимодействия между различными микотоксинами, сравнительной токсичности микотоксинов и их метаболитов. Системы клеточных культур могут быть подходящими методами для изучения биотрансформации микотоксинов в клетках животных и средств защиты.

Ключевые слова: культура клеток, микотоксины, микотоксикозы, оценка токсичности *in vitro*, кишечный барьер

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Самсонов А. И. Культура клеток как объект для оценки токсичности микотоксинов и средств защиты *in vitro* (обзор) // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 242–250. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-242-250>

**CELL CULTURE AS AN OBJECT FOR ASSESSING THE TOXICITY OF MYCOTOXINS
AND IN VITRO PROTECTIVE AGENTS (REVIEW)****A. I. Samsonov***Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation*

Abstract. The article aims to review various cell culture or *in vitro* co-culture models that can be used to assess mycotoxin exposure, toxicity and risk reduction, and their suitability and limitations for assessing the safety of animal foods and by-products. Mycotoxins are a worldwide problem because of their potential to contaminate agricultural commodities and pose a health risk to both humans and animals. Since mycotoxins are usually present in combination, it is important not only to understand their mechanisms of toxic action, many of which are unknown, but also to understand how they interact with each other to affect humans and animals exposed to them. *In vitro* cell culture models of the intestinal barrier were used to simulate oral exposure to mycotoxins. These intestinal models are usually based on a monolayer epithelial cell culture system, sometimes grown on

membrane inserts, to better mimic the intestinal barrier for assessing intestinal mycotoxin transport. A number of different mitigation approaches have been developed and applied to help reduce the adverse effects of mycotoxins on animals. With this in mind, there is a constant need to develop new, more effective mycotoxin adsorbents and to evaluate their effectiveness. In vitro cell culture can help you better understand what is actually happening at the gut level. In vitro cell culture systems (monoculture or co-culture systems) can be a useful and effective approach to start exploring the complex problems of organ and species-specific mycotoxin toxicity at the cellular and molecular levels, such as interactions between different mycotoxins, the comparative toxicity of mycotoxins and their metabolites. Cell culture systems may be suitable methods for studying the biotransformation of mycotoxins in animal cells and protective agents.

Keywords: cell culture, mycotoxins, mycotoxicosis, in vitro toxicity assessment, intestinal barrier

The author declares no conflict of interests.

For citation: Samsonov A. I. Cell culture as an object for assessing the toxicity of mycotoxins and in vitro protective agents (review). *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"* 2021, vol. 7, no. 3, pp. 242–250. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-242-250>

Микотоксины – это токсичные вторичные метаболиты, продуцируемые микроскопическими грибами, которые преимущественно принадлежат к видам из родов *Aspergillus*, *Fusarium* и *Penicillium*. Было обнаружено более 500 различных классов микотоксинов, многие из которых имеют неизвестные механизмы действия [37]. Потребление продукции с микотоксинами может привести к микотоксикозу как у животных, так и у людей, а в субклинических концентрациях может повлиять на продуктивность и резистентность животных [1; 2; 18; 19; 36]. Эти токсичные соединения, вызывающие озабоченность во всем мире, обычно обнаруживаются как загрязнители в различной продукции растительного происхождения, особенно в зерновых культурах, и поэтому часто обнаруживаются в кормах для животных [8]. Микотоксины также могут быть обнаружены в продуктах животного происхождения, таких как мясо, яйца, молоко и молочные продукты [22]. Естественное совместное присутствие микотоксинов с потенциальным аддитивным, антагонистическим или синергетическим действием чаще встречается в пищевых продуктах и кормах, чем в отдельных контаминантах микотоксинами [9; 10; 27; 38]. Прогнозируется, что погодные условия, связанные с изменением климата, будут способствовать еще большему заражению пищевых продуктов и кормов грибами, поскольку температура и влажность являются основными факторами, влияющими на рост грибов и производство микотоксинов [3; 4; 7; 40]. Механизмы токсического действия (МТД) в значительной степени неизвестны, а совместное загрязнение повышает

вероятность взаимодействия микотоксинов. Эти факторы, а также видоспецифический риск токсичности в совокупности делают оценку воздействия, токсичности и снижения риска очень сложной и дорогостоящей. Модели культур клеток in vitro предоставляют полезный инструмент для их первоначальной оценки.

Было проведено множество токсикологических исследований микотоксинов на клеточном уровне с использованием клеток почек и лимфоцитов крови [5; 14; 38]. Однако влияние микотоксинов на кишечник следует рассмотреть более тщательно, т.к. эпителий кишечника является первоначальным местом воздействия микотоксинов и первым физическим барьером, ограничивающим их проникновение в организм, а повреждение этого барьера может также способствовать проникновению микробов, антигенов и других пищевых загрязнителей в кровяное русло [15].

Кишечник образует физический барьер между богатой микробами химусом и стерильными внутренними тканями хозяина. Этот избирательно проницаемый барьер позволяет обмениваться питательными веществами и антигенами, одновременно предотвращая проникновение условно-патогенных и патогенных микроорганизмов и их токсинов в ткани хозяина. Кишечный барьер состоит из внешнего «физического» барьера, в основном образованного ИЭК, покрытого слизистой оболочкой, и лежащего в основе функционального «иммунологического» барьера. В совокупности эти барьеры сообщаются и взаимодействуют друг с другом, чтобы поддерживать

функцию кишечного барьера и оптимизировать результат защиты хозяина от микробной инфекции. Физический барьер кишечника состоит из множества поляризованных эпителиальных клеток (ИЕС). Было обнаружено, что пять основных специализированных клонов ИЕС слизистой оболочки отличаются от мультипотенциальных стволовых клеток, расположенных в основании кишечных крипт. К ним относятся энтероциты, которые являются наиболее многочисленными, бокаловидные клетки, энтероэндокринные клетки, клетки Панета и клетки микро складок. Эти специализированные ИЕС располагаются в разных пропорциях в разных местах эпителия и выполняют разные функции. Бокаловидные клетки вносят вклад в функцию физического барьера кишечника, выделяя слизь, содержащую белки муцина; эти муцины помогают предотвратить прикрепление комменсальных и патогенных бактерий к кишечному эпителию [15].

Комменсальная микробиота, находящаяся в кишечнике, также может вносить свой вклад в барьерную функцию кишечника, конкурентно исключая места прикрепления и питательные вещества от патогенных микроорганизмов. Комменсальный барьер выходит за рамки этого обзора; однако стоит отметить, что комменсальные микроорганизмы могут стать условно-патогенными микроорганизмами при нарушении барьерной функции кишечника.

Кишечник также обладает функциональным врожденным и приобретенным иммунологическим барьером, который обеспечивает локальную защиту, когда потенциально опасные микроорганизмы просвета или их токсины проникают через эпителиальный барьер хозяина. Энтероциты, помимо своей особой роли в пищеварении и абсорбции питательных веществ, также могут служить просветными сенсорами для иммунной системы, поскольку они обладают большим количеством рецепторов распознавания, которые экспрессируются как на поверхности клетки, так и внутри клетки. Хотя первичные клетки наиболее биологически и физиологически сходны с эпителиальным барьером желудочно-кишечного тракта, их короткая продолжительность жизни и быстрая потеря дифференцированных характеристик ограничивают их использование для исследований *in vitro*. Вместо этого иммортализованные клеточные линии животного и человеческого происхождения, включая ИЕССасо-2, ИРЕС-1 и

ИРЕС-J2, широко использовались в качестве *in vitro* моделей кишечного эпителия для изучения влияния микотоксинов на функцию кишечного барьера. Эти клеточные линии использовались в различных состояниях дифференцировки, пролиферативных и дифференцированных, например, для моделирования различных микроокружений кишечника. Недифференцированные ИЕС представлены онкогенным фенотипом и не демонстрируют клеточной поляриности, они также кажутся похожими на делящиеся клетки в ткани, подвергающейся регенерации или восстановлению после повреждения. Напротив, дифференцированные клетки имитируют зрелый барьер тонкого кишечника.

Действие различных микотоксинов на компоненты слизистой оболочки кишечника изучалось как *in vivo*, так и *in vitro*. Первичные клетки наиболее биологически и физиологически сходны с эпителиальным барьером желудочно-кишечного тракта, но их короткая продолжительность жизни и быстрая потеря дифференцированных характеристик ограничивают их использование для исследований *in vitro* [6; 39]. Вместо этого широко использовались в качестве *in vitro* моделей кишечного эпителия для изучения влияния микотоксинов на функцию кишечного барьера иммортализованные клеточные линии животного и человеческого происхождения, включая ИЕССасо-2, ИРЕС-1 и ИРЕС-2. Недифференцированные клетки представлены онкогенным фенотипом [25], но дифференцированные клетки имитируют зрелый барьер тонкого кишечника в том смысле, что они имеют определенные эпителиальные характеристики и микроворсинки, которые отсутствуют у недифференцированных клеток [28].

Клетки Сасо-2 человека были наиболее широко используемой линией ИЕС в последние десятилетия [41]. ИРЕС-1 и ИРЕС-J2 – две другие линии ИЕС, которые использовались в качестве моделей кишечного барьера *in vitro*. Обе линии ИРЕС были получены из тонкого кишечника свиньи. Поскольку кишечник свиньи генетически и физиологически очень похож на кишечник человека, ИРЕС были использованы для моделирования кишечного барьера человека [40].

Модели кишечного эпителиального барьера *in vitro* традиционно состояли из одномерных (1D) монослоев, выращенных на поверхности культуральных сосудов. В этой системе одномерного культивирования функциональные характеристики

ИЕС, такие как полярность клеток, четко не определены [21], и могут быть получены вводящие в заблуждение результаты. В качестве альтернативы двумерная (2D) система монокультуры может быть достигнута путем выращивания ИЕС на микропористых проницаемых мембранных опорах [43]. Большинство изученных исследований цитотоксичности было проведено с использованием системы монокультуры 1D, а система монокультуры 2D широко применялась для изучения влияния микотоксинов на параметры функции кишечного барьера, такие как трансэпителиальное электрическое сопротивление и экспрессия белка.

Также были созданы более сложные одномерные и двухмерные системы совместного культивирования, которые физически и функционально больше похожи на кишечный барьер. Эти системы совместного культивирования включают культивирование более чем одного типа клеток вместе в одной культуральной системе [29]. Система совместного культивирования ИЕС + иммунных клеток с использованием поддерживающих проницаемых мембран является одной из таких установленных 2D-моделей совместного культивирования [35].

Цитотоксичность микотоксинов оценивалась с использованием различных моделей ИЕС на основе жизнеспособности клеток, а также пролиферации при различных концентрациях и продолжительности воздействия. Цитотоксичность микотоксинов обычно является первым параметром, который необходимо измерить не только для оценки цитотоксичности, но и для определения соответствующих концентраций микотоксина, которые можно использовать в последующих экспериментах по изучению барьерной функции кишечника.

Наиболее изучена цитотоксичность дезоксиниваленола (ДОН) на разных моделях ИЕС. Результаты с использованием различных моделей ИЕС, включая Сасо-2, ИРЕС-1 и ИРЕС-2, показали, что ДОН вызывает гибель клеток при различных концентрациях и при разной продолжительности воздействия. Был использован широкий диапазон концентраций воздействия ДОН, от 0,0001 до 100 М [32]. Чтобы избежать ложных результатов, в некоторых исследованиях параллельно применялось несколько тестов на цитотоксичность, и были получены как сходные, так и противоречивые результаты [26].

Установлена восприимчивость апикальной и базолатеральной поверхностей ИЕС к воздействию ДОН может быть связана с их биологическими и функциональными различиями, такими как различный состав белков и липидов [33]. Это также может быть результатом добавления слизи, продуцируемой клетками ИРЕС-2, покрывающая апикальную сторону эпителиального монослоя [34], в качестве дополнительной линии защиты от воздействия ДОН. Статус дифференцировки клеток также может влиять на чувствительность к воздействию микотоксинов. Сообщалось, что делящиеся клетки ИРЕС-2 и Сасо-2, например, оба более восприимчивы к ДОН, чем их дифференцированные аналоги [23].

Сообщалось также, что зеараленон (ЗЕН) оказывает неблагоприятное влияние на жизнеспособность клеток ИРЕС-1, ИРЕС-2 и Сасо-2 при различных концентрациях после разной продолжительности воздействия ЗЕН менее токсичен, чем ДОН, согласно исследованиям жизнеспособности. ЗЕН, по-видимому, вызывает апоптоз за счет повреждения митохондрий за счет снижения активности антиоксидантных ферментов; это может привести к накоплению АФК и снижению потенциала митохондриальной мембраны.

Афлатоксин В1 (АФВ1) индуцировал зависимое от концентрации снижение жизнеспособности как недифференцированных, так и дифференцированных клеток Сасо-2 между 24 и 72 часами воздействия. В отличие от ДОН, дифференцированные клетки Сасо-2 оказались более восприимчивыми к АФВ1, чем недифференцированные клетки после 72 часов воздействия, что может быть связано с большим количеством метаболических и транспортных ферментов, экспрессируемых дифференцированными зрелыми энтероцитами.

Смеси микотоксинов также исследовались на предмет их влияния на цитотоксичность ИЕС. Что касается ДОН + ЗЕН, одной из наиболее распространенных комбинаций микотоксинов, [31] наблюдали антагонизм смесей ДОН + ЗЕН в отношении жизнеспособности клеток ИРЕС-J2 после 48-часового воздействия при обеих проверенных комбинациях воздействия. Тогда как [24] сообщили, что все три комбинации ДОН + ЗЕН (10/10, 10/20 и 20/10 М) приводили к значительному снижению жизнеспособности клеток Сасо-2 по сравнению с отдельными микотоксинами. С комбинацией 10 М ДОН + 10 М ЗЕН также наблюдали, что эти смеси вызывали синергетические эффекты на перекисное

окисление липидов клеток Сасо-2 и антагонистические эффекты на синтез ДНК.

Кишечная проницаемость – одна из ключевых характеристик, отражающих способность кишечника функционировать как барьер. Для оценки проницаемости *in vitro* обычно используется трансэпителиальное электрическое сопротивление (ТЭЭС), а его снижение используется как индикатор повреждения эпителия, вызванного в том числе микотоксинами. Обычно выбирались нецитотоксические концентрации тестируемых микотоксинов для исследований ТЭЭС, чтобы исключить влияние неконтролируемой гибели клеток на снижение ТЭЭС. Анализы межклеточного потока индикаторов часто применяются после измерения ТЭЭС, чтобы выяснить, не является ли потенциальной причиной наблюдаемого снижения ТЭЭС увеличение кишечного эпителия. Наиболее часто применяемые параклеточные маркеры *in vitro* включают флуоресцентные соединения или флуоресцентно-меченные соединения, такие как флуоресцеинизотиоцианат – декстран и ФИТЦ-инсулин.

В попытке снизить риск заражения микотоксинами пищевых продуктов и кормов применялись различные стратегии [6; 11; 12; 13; 16; 17; 20; 42;

44]. Клеточные биотесты *in vitro* менее широко используются для оценки эффективности адсорбента микотоксинов. Конечные точки оценки включали жизнеспособность клеток и пролиферацию [30]. Модели культур клеток *in vitro* широко используются в токсикологии, в основном для оценки органоспецифических эффектов ксенобиотиков. Однако они вряд ли представляют сложность человеческого и животного тела. Однако простота моделей *in vitro*, по сравнению с *in vivo*, позволяет воспроизводить токсичные механизмы, что может быть трудно достичь *in vivo* [35].

Таким образом, был разработан и применен ряд различных подходов к смягчению последствий, включая использование адсорбентов микотоксинов, чтобы помочь уменьшить неблагоприятное воздействие микотоксинов на животных, но их эффективность варьируется в зависимости от физико-химических свойств адсорбентов и микотоксинов. Учитывая это, существует постоянная потребность в разработке новых более эффективных адсорбентов микотоксинов и в оценке их эффективности. Культура клеток *in vitro* может помочь лучше понять, что на самом деле происходит на уровне кишечника.

1. Валиев А. Р., Семёнов Э. И., Ахметов Ф. Г. Иммуносупрессия в патогенезе Т-2 микотоксикоза и ее фармакокоррекция // Ветеринарный врач. 2011. № 2. С. 4–6.
2. Влияние комплекса цеолита и шунгита на резистентность и продуктивность цыплят-бройлеров при смешанном микотоксикозе / Мишина Н. Н. [и др.] // Ветеринарный врач. 2018. № 6. С. 3–9.
3. Грибы продуценты афлатоксина В1 в Поволжье / Иванов А. В. [и др.] // Успехи медицинской микологии. 2014. Т. 13. С. 347–349.
4. Загрязненность продовольственного сырья грибом *Aspergillus fumigatus* / Семёнов Э.И. [и др.] // Успехи медицинской микологии. 2016. Т. 16. С. 225–227.
5. Изучение влияния криоконсервирования на биологические свойства культур клеток / Плотникова Э. М. [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2011. Т. 208. С. 89–94.
6. Изучение сорбционной активности потенциальных средств профилактики микотоксикозов в отношении афлатоксинов / Тарасова Е. Ю. [и др.] // Ветеринарный врач. 2020. № 2. С. 51–58. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-2-51-58>
7. Микологическая оценка кормов в Республике Татарстан / Потехина Р. М. [и др.] // Ветеринарный врач. 2019. № 1. С. 19–23. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2019-1-19-24>
8. Оценка токсичности кормов по регионам Российской Федерации / Семенова С. А. [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 224. № 4. С. 196–199.
9. Папуниди К. Х., Семёнов Э. И., Кадиков И. Р. Проблема сочетанных отравлений животных // Ветеринария и кормление. 2018. № 2. С. 71–74.
10. Комбинированные поражения животных и разработка средств профилактики и лечения / Папуниди К. Х. [и др.]. Казань : ФЦТРБ-ВНИВИ, 2019. 248 с.
11. Применение гумата железа для профилактики микотоксикоза / Семенова С.А. [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 224. № 4. С. 192–195.
12. Применение сорбентов для профилактики нарушения обмена веществ и токсикозов животных / Папуниди К. Х. [и др.]. Казань : ФЦТРБ-ВНИВИ, 2018. 224 с.
13. Самсонов А. И., Дервянов В. Н. Профилактика Т-2 токсикоза норки // Ветеринарный врач. 2007. № 2. С. 17–18.
14. Самсонов А. И., Шлямина О. В., Насыбуллина Ж. Р. Изучение цитотоксического эффекта афлатоксина В1 на перевиваемые культуры клеток // Ветеринарный врач. 2021. № 3. С. 52–57. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2021-3-52-57>

15. Семёнов Э. И., Мишина Н. Н. Влияние микотоксинов на барьерную функцию кишечника // Успехи медицинской микологии. 2021. Т. 22. С. 242–248
16. Строение и свойства лигнина как сорбента микотоксина Т-2 / Канарская З. А. [и др.] // Химия природных соединений. 2016. № 6. С. 924–928.
17. Тарасова Е. Ю., Семенов Э. И., Валиев А. Р., Матросова Л. Е. Поиск эффективных адсорбентов Т-2 токсина // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т. 5. № 3. С. 322–328. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-3-322-328
18. Частота развития язвенных процессов в слизистой оболочке желудка свиней, обусловленных воздействием микотоксинов и колонизацией бактериями рода *Helicobacter* / Нурғалиев Ф. М. [и др.] // Ветеринарный врач. 2020. № 2. С. 31–38. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-2-31-38>
19. Шакурова Н. В., Семенов Э. И., Савва В. Б. Влияние микотоксинов на ультраструктуру кортикальных элементов нефрона свиней // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2020. Т. 162. № 3. С. 350–360. DOI: <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2020.3.350-360>
20. Эффективность адсорбентов при сочетанном микотоксикозе цыплят-бройлеров / Танасева С. А. [и др.] // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 50–56.
21. A Multifunctional 3D Co-Culture System for Studies of Mammary Tissue Morphogenesis and Stem Cell Biology / Campbell J. J. [et al.] // PLoS ONE 2011. No. 6. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025661>.
22. Bryden W. L. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: Implications for animal productivity and feed security // Anim. Feed Sci. Technol. 2012. No. 173. Pp. 134–158. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins8020045>
23. Comparative in vitro cytotoxicity of modified deoxynivalenol on porcine intestinal epithelial cells / Broekaert N. [et al.] // Food Chem. Toxicol. 2016. No. 95. Pp. 103–109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.06.012>
24. Comparative study of cytotoxicity and oxidative stress induced by deoxynivalenol, zearalenone or fumonisin B1 in human intestinal cell line Caco-2 / Kouadio J. H. [et al.] // Toxicology 2005. No. 213. Pp. 56–65. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2005.05.010>
25. Dual Effects Exerted in vitro by Micromolar Concentrations of Deoxynivalenol on Undifferentiated Caco-2 Cells / Manda G. [et al.] // Toxins 2015. No. 7. Pp. 593–603. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins7020593>
26. Food Contaminant Zearalenone and Its Metabolites Affect Cytokine Synthesis and Intestinal Epithelial Integrity of Porcine Cells / Marin D. E. [et al.] // Toxins 2015. No. 7. Pp. 1979–1988. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins7061979>
27. Homeostatic system of sheep against the background of combined effects of pollutants and the use of therapeutic and preventive agents / Papunidi K. Kh. [et al.] // Bali Medical Journal. 2017. Vol. 6. No. 2. 83 p.
28. Impact of copper oxide nanomaterials on differentiated and undifferentiated Caco-2 intestinal epithelial cells; assessment of cytotoxicity, barrier integrity, cytokine production and nanomaterial penetration / Ude V. C. [et al.] // Part. Fibre Toxicol. 2017. No. 14. 31 p. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12989-017-0211-7>
29. In vitro co-culture models to evaluate acute cytotoxicity of individual and combined mycotoxin exposures on Caco-2, THP-1 and HepaRG human cell lines / Smith M. C. [et al.] // Chem. Biol. Interact. 2018. No. 281. Pp. 51–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.12.004>
30. In vitro exposure of *Penicillium* mycotoxins with or without a modified yeast cell wall extract (mYCW) on bovine macrophages (BoMacs) / Oh S. Y. [et al.] // Mycotoxin Res. 2015. No. 31. Pp. 167–175. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12550-015-0227-5>
31. Individual and combined cytotoxic effects of *Fusarium* toxins (deoxynivalenol, nivalenol, zearalenone and fumonisins B1) on swine jejunal epithelial cells / L. Y. M. Wan [et al.] // Food Chem. Toxicol. 2013. No. 57. Pp. 276–283. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.03.034>
32. Insights into cellular metabolic pathways of the combined toxicity responses of Caco-2 cells exposed to deoxynivalenol, zearalenone and Aflatoxin B1 / J. Ji [et al.] // Food Chem. Toxicol. 2019. No. 126. Pp. 106–112. DOI: [10.1016/j.fct.2018.12.052](https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.12.052)
33. Intestinal epithelial cell polarity defects in disease: Lessons from microvillus inclusion disease / Schneeberger K. [et al.] // Dis. Model. Mech. 2018. No. 11. DOI: <https://doi.org/10.1242/dmm.031088>
34. Intestinal in vitro and ex vivo Models to Study Host-Microbiome Interactions and Acute Stressors / Pearce S. C. [et al.] // Front. Physiol. 2018. No. 9. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01584>
35. Intestinal in vitro cell culture models and their potential to study the effect of food components on intestinal inflammation / Ponce de León-Rodríguez M. C. [et al.] // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2019. No. 59. Pp. 3648–3666. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1506734>
36. Mink farming and mycotoxicosis / Samsonov A. I. [et al.] // Indian Veterinary Journal. 2018. Vol. 95. No. 5. Pp. 52–55.
37. Mohammadi H. A Review of Aflatoxin M1, Milk, and Milk Products. In Aflatoxins—Biochemistry and Molecular Biology // IntechOpen : London, UK, 2011. Pp. 397–414. DOI: <https://doi.org/10.5772/24353>
38. Natural Co-Occurrence of Mycotoxins in Foods and Feeds and Their in vitro Combined Toxicological Effects / Smith M. C. [et al.] // Toxins 2016. No. 8. Pp. 94. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins8040094>
39. Novel and established intestinal cell line models - An indispensable tool in food science and nutrition / Langerholc T. [et al.] // Trends Food Sci. Technol. 2011. No. 22. Pp. 11–S20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.03.010>

40. Prediction of mycotoxin risks due to climate change in Korea / Lee H. S. [et al.] // Appl. Biol. Chem. 2018. No. 61. Pp. 389–396. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13765-018-0370-8>
41. Prediction of oral drug absorption in humans – from cultured cell lines and experimental animals / Cheng K. C. [et al.] // Expert Opin. Drug Metab. Toxicol. 2008. No. 4. Pp. 581–590. DOI: <https://doi.org/10.1517/17425255.4.5.581>
42. Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis / Tarasova E. Yu. [et al.] // Systematic Reviews in Pharmacy. 2020. Vol. 11. No. 11. Pp. 264–268. DOI: <https://doi.org/10.31838/srp.2020.11.38>
43. Species-specific models in toxicology: In vitro epithelial barriers / Bertero A. // Environ. Toxicol. Pharmacol. 2019. No. 70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.103203>
44. Wambacq E., Vanhoutte I., Audenaert K., Gelder L. D., Haesaert G. Occurrence, prevention and remediation of toxigenic fungi and mycotoxins in silage: A review / Wambacq E. [et al.] // J. Sci. Food Agric. 2016. No. 96. Pp. 2284–2302. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7565>

Статья поступила в редакцию 10.08.2021 г.; одобрена после рецензирования 15.09.2021 г.; принята к публикации 22.09.2021 г.

Об авторе

Самсонов Андрей Иванович

ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (422701, Российская Федерация, г. Казань, ул. Научный городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8909-7042>, andreykaz82@yandex.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Valiyev A. R., Semonov E. I., Akhmetov F. G. Immunosuppressiya v patogeneze T-2 mikotoksikoza i yeyo farmakokorreksiya [Immunosuppression in the pathogenesis of T-2 mycotoxicosis and its pharmacocorrection]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2011, no. 2, pp. 4–6. (In Russ.).
2. Mishina N. N. et al. Vliyaniye kompleksa tseolita i shungita na rezistentnost' i produktivnost' tsyplyat-broilerov pri smeshannom mikotoksikoze [Influence of the complex of zeolite and shungite on the resistance and productivity of broiler chickens under a mixed mycotoxicosis]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2018, no. 6, pp. 3–9. (In Russ.).
3. Ivanov A. V. et al. Griby produtsenty aflatoksina V1 v Povolzh'ye [Fungi producers of aflatoxin B1 in the Volga region]. *Uspekhi meditsinskoj mikologii* = Advances in Medical Mycology, 2014, vol. 13, pp. 347–349. (In Russ.).
4. Semonov E. I. et al. Zagryaznennost' prodovol'stvennogo syr'ya gribom *Aspergillus fumigatus* [Contamination of food raw materials by the fungus *Aspergillus fumigatus*]. *Uspekhi meditsinskoj mikologii* = Advances in Medical Mycology, 2016, vol. 16, pp. 225–227. (In Russ.).
5. Plotnikova E. M. et al. Izuchenie vliyaniya kriokonservirovaniya na biologicheskie svoystva kul'tur kletok [Studying of influence of cryopreservation on biological properties of cultures of cells]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman* = Scientific Notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 2011, vol. 208, pp. 89–94. (In Russ.).
6. Tarasova E. Yu. et al. Izuchenie sorbtsionnoi aktivnosti potentsial'nykh sredstv profilaktiki mikotoksikozov v otnoshenii aflatoksinov [Study of sorption activity of potential means of prevention of mycotoxicosis against aflatoxins]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2020, no. 2, pp. 51–58. (In Russ.). DOI: 10.33632/1998-698X.2020-2-51-58
7. Potekhina R. M. et al. Mikologicheskaya otsenka kormov v Respublike Tatarstan [Mycological assessment of feed in the Republic of Tatarstan]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2019, no. 1, pp. 19–23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2019-1-19-24>
8. Semenova S. A. et al. Otsenka toksichnosti kormov po regionam Rossiiskoi Federatsii [Evaluation of the toxicity of feed in the regions of the Russian Federation]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Bauman* = Scientific Notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, 2015, vol. 224, no. 4, pp. 196–199. (In Russ.).
9. Papunidi K. Kh., Semonov E. I., Kadikov I. R. Problema sochetannykh otravlenii zhivotnykh [The problem of combined animal poisoning]. *Veterinariya i kormlenie* = Veterinary Medicine and Feeding, 2018, no. 2, pp. 71–74. (In Russ.).
10. Papunidi K. Kh. et al. Kombinirovannye porazheniya zhivotnykh i razrabotka sredstv profilaktiki i lecheniya [Combined damage to animals and the development of means of prevention and treatment]. Kazan, FGBNU “FTSTRB-VNIV” Publ., 2019, 248 p. (In Russ.).
11. Semenova S. A. et al. Primenenie gumata zheleza dlya profilaktiki mikotoksikoza [Application of iron humate prevention mycotoxicosis]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarno meditsiny im. N.E. Bauman* = Scientific Notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after V.I. N.E. Bauman, 2015, vol. 224, no. 4, pp. 192–195. (In Russ.).

12. Papunidi K. Kh. et al. Primenenie sorbentov dlya profilaktiki narusheniya obmena veshchestv i toksikozov zhivotnykh [The use of sorbents for the prevention of metabolic disorders and toxicosis of animals]. Kazan, FGBNU "FTSTRB-VNIV" Publ., 2018, 224 p. (In Russ.).
13. Samsonov A. I., Dervyanov V. N. Profilaktika T-2 toksikoza norok [Prevention of T-2 toxicosis in mink]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2007, no. 2, pp. 17–18. (In Russ.).
14. Samsonov A. I., Shlyamina O. V., Nasybullina ZH. R. Izuchenie tsitotoksicheskogo effekta aflatoksina B1 na perevivaemye kul'tury kletok [Study of the cytotoxic effect of aflatoxin B1 on transferable cell cultures]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2021. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2021-3-52-57>
15. Semenov E. I., Mishina N. N. Vliyanie mikotoksinov na bar'yernuyu funktsiyu kishechnika [Influence of mycotoxins on the intestinal barrier function]. *Uspekhi meditsinskoi mikologii* = Advances in Medical Mycology, 2021, vol. 22, pp. 242–248. (In Russ.).
16. Kanarskaya Z. A. et al. Stroenie i svoystva lignina kak sorbenta mikotoksina T-2 [Structure and properties of lignin as an adsorbent for mycotoxin T-2]. *Khimiya prirodnkh soedinenii* = Chemistry of Natural Compounds, 2016, no. 6, pp. 924–928. (In Russ.).
17. Tarasova E. Yu., Semenov E. I., Valiev A. R., Matrosova L. E. Poisk effektivnykh adsorbentov T-2 toksina [Search for effective T-2 toxin adsorbents]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2019, vol. 5, no. 3, pp. 322–328. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-322-328>
18. Nurgaliev F. M. et al. Chastota razvitiya yazvennykh protsessov v slizistoi obolochke zheludka svinei, obuslovlennykh vozdeystviem mikotoksinov i kolonizatsiei bakteriyami roda *Helicobacter* [Gastric ulcer in pigs and changes in the number of bacteria of the genus *Helicobacter* under the mycotoxins influence]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2020, no. 2, pp. 31–38. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-2-31-38>
19. Shakurova N. V., Semenov E. I., Savva V. B. Vliyanie mikotoksinov na ul'trastrukturu kortikal'nykh elementov nefrona svinei [Effect of mycotoxins on the ultrastructure of cortical elements in pig nephrons]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* = Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series, 2020, vol. 162, no. 3, pp. 350–360. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2020.3.350-360>
20. Tanaseva S. A. et al. Effektivnost' adsorbentov pri sochetannom mikotoksikoze tsyplyat-broilerov [The efficiency of adsorbents in broiler chickens with complex mycotoxicosis]. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii* = International Journal of Veterinary Medicine, 2020, no. 4, pp. 50–56. (In Russ.).
21. Campbell J. J. et al. A multifunctional 3D co-culture system for studies of mammary tissue morphogenesis and stem cell biology. *PLoS ONE*, 2011, no. 6. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025661>
22. Bryden W. L. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: Implications for animal productivity and feed security. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2012, no. 173, pp. 134–158. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins8020045>
23. Broekaert N. et al. Comparative in vitro cytotoxicity of modified deoxynivalenol on porcine intestinal epithelial cells. *Food Chem. Toxicol.*, 2016, no. 95, pp. 103–109. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.06.012>
24. Kouadio J. H. et al. Comparative study of cytotoxicity and oxidative stress induced by deoxynivalenol, zearalenone or fumonisin B1 in human intestinal cell line Caco-2. *Toxicology*, 2005, no. 213, pp. 56–65. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2005.05.010>
25. Manda G. et al. Dual effects exerted in vitro by micromolar concentrations of deoxynivalenol on Undifferentiated Caco-2 cells. *Toxins*, 2015, vol. 7, no. 2, pp. 593–603. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins7020593>
26. Marin D. E. Food contaminant zearalenone and its metabolites affect cytokine synthesis and intestinal epithelial integrity of porcine cells. *Toxins*, 2015, no. 7, pp. 1979–1988. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins7061979>
27. Papunidi K. Kh. et al. Homeostatic system of sheep against the background of combined effects of pollutants and the use of therapeutic and preventive agents. *Bali Medical Journal*, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 83. (In Eng.).
28. Ude V. C. et al. Impact of copper oxide nanomaterials on differentiated and undifferentiated Caco-2 intestinal epithelial cells; assessment of cytotoxicity, barrier integrity, cytokine production and nanomaterial penetration. *Part. Fibre Toxicol.* 2017, no. 14, p. 31. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12989-017-0211-7> (In Eng.).
29. Smith M. C. et al. In vitro co-culture models to evaluate acute cytotoxicity of individual and combined mycotoxin exposures on Caco-2, THP-1 and HepaRG human cell lines. *Chem. Biol. Interact.*, 2018, no. 281, pp. 51–59. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.12.004>
30. Oh S. Y. et al. In vitro exposure of *Penicillium* mycotoxins with or without a modified yeast cell wall extract (mYCW) on bovine macrophages (BoMacs). *Mycotoxin Res.*, 2015, no. 31, pp. 167–175. (In Eng.). DOI: [10.1007/s12550-015-0227-5](https://doi.org/10.1007/s12550-015-0227-5)
31. Wan L. Y. M. et al. Individual and combined cytotoxic effects of *Fusarium* toxins (deoxynivalenol, nivalenol, zearalenone and fumonisins B1) on swine jejunal epithelial cells. *Food Chem. Toxicol.*, 2013, no. 57, pp. 276–283. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.03.034>
32. Ji J. et al. Insights into cellular metabolic pathways of the combined toxicity responses of Caco-2 cells exposed to deoxynivalenol, zearalenone and Aflatoxin B1. *Food Chem. Toxicol.*, 2019, no. 126, pp. 106–112. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.12.052>
33. Schneeberger K. et al. Intestinal epithelial cell polarity defects in disease: Lessons from microvillus inclusion disease. *Dis. Model. Mech.*, 2018, no. 11. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1242/dmm.031088>

34. Pearce S. C. et al. Intestinal in vitro and ex vivo Models to Study Host-Microbiome Interactions and Acute Stressors. *Front. Physiol.*, 2018, no. 9. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01584>
35. Ponce de León-Rodríguez, M.C. et al. Intestinal in vitro cell culture models and their potential to study the effect of food components on intestinal inflammation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2019, no. 59, pp. 3648–3666. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1506734>
36. Samsonov A. I. et al. Mink farming and mycotoxicosis. *Indian Veterinary Journal*, 2018, vol. 95, no. 5, pp. 52–55. (In Eng.).
37. Mohammadi H. A Review of Aflatoxin M1, Milk, and Milk Products. In *Aflatoxins—Biochemistry and Molecular Biology*. IntechOpen: London, UK, 2011, pp. 397–414. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.5772/24353>
38. Smith M.C. et al. Natural Co-Occurrence of Mycotoxins in Foods and Feeds and Their in vitro Combined Toxicological Effects. *Toxins*, 2016, no. 8, p. 94. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins8040094>
39. Langerholc T. et al. Novel and established intestinal cell line models – An indispensable tool in food science and nutrition. *Trends Food Sci. Technol.*, 2011, no. 22, pp. 11–20. (In Eng.). DOI: 1 <https://doi.org/0.1016/j.tifs.2011.03.010>
40. Lee H. S. et al. Prediction of mycotoxin risks due to climate change in Korea. *Appl. Biol. Chem.*, 2018, no. 61, pp. 389–396. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1007/s13765-018-0370-8>
41. Cheng K. C. et al. Prediction of oral drug absorption in humans – from cultured cell lines and experimental animals. *Expert Opin. Drug Metab. Toxicol.*, 2008, no. 4, pp. 581–590. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1517/17425255.4.5.581>
42. Tarasova E. Yu. et al. Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 2020, vol. 11, no.11, pp. 264–268. (In Eng.). DOI: 10.31838/srp.2020.11.38
43. Bertero A. Species-specific models in toxicology: In vitro epithelial barriers. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 2019, no. 70. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.103203>
44. Wambacq, E.; Vanhoutte, I.; Audenaert, K.; Gelder, L.D.; Haesaert, G. Occurrence, prevention and remediation of toxigenic fungi and mycotoxins in silage: A review. *J. Sci. Food Agric.*, 2016, no. 96, pp. 2284–2302. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7565>

The article was submitted 10.08.2021; approved after reviewing 15.09.2021; accepted for publication 22.09.2021.

About the author

Andrey I. Samsonov

Ph. D. (Biology), Leading Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, (2 Nauchnyi gorodok St., Kazan, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8909-7042>, andreykaz82@yandex.ru

The author has read and approved the final manuscript.

УДК 619.615.2/661.155.3

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-251-258

ИСПЫТАНИЯ РЕЦЕПТУР КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ЯИЧНОГО ПТИЦЕВОДСТВА

Э. И. Семёнов, Г. Н. Нигматулин, А. Ю. Лихачева, Н. М. Василевский

*Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. В условиях интенсификации птицеводства и многофакторности причин, влияющих на его рентабельность, требуется разработка новых кормовых добавок для поддержания здоровья и повышения продуктивности птицы. Имеющиеся кормовые добавки не всегда учитывают изменившиеся за прошедшие годы технологии кормления и содержания в птицеводстве, увеличение продуктивности и метаболического прессинга на организм птицы, риска возникновения метаболического синдрома, катализаторами которого могут быть современные средства агрохимии. Целью исследований явился первичный отбор потенциальных компонентов для разработки кормовой добавки с целью коррекции обмена веществ и повышения продуктивности кур-несушек. Кур-несушек кросса «Ломанн» 260–320-суточного возраста формировали в группы по 5 особей в каждой, всего 17 групп. Потенциальные рецептуры задавали с кормом либо с питьевой водой, которые испытывали в течение 20 суток. Провели несколько серий опытов. В ходе эксперимента проводили наблюдение за клинической картиной больных кур, регистрировали яичную продуктивность, в конце испытания проводили диагностическое вскрытие и отбор крови для биохимического исследования сыворотки крови. Одним из основных критериев оценки эффективности добавки было изменение оранжево-красного окрашивания помета, как основного признака заболевания неясного генеза. Изучены различные рецептуры (13 вариантов) с ингредиентами, обладающими потенциальными сорбционными, антиоксидантными, иммуностимулирующими, гепатопротективными, усиливающими обмен веществ и переваримость кормов свойствами. В результате скрининга, включающего оценку продуктивности, биохимического профиля крови, окраску помета и дефектность яйца (пятна), установлено, что наиболее оптимальными были рецепты под шифрами P11 и P12.

Ключевые слова: куры-несушки, яйценоскость, кормовая добавка, химический синтез, безопасность кормов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Семёнов Э. И., Нигматулин Г. Н., Лихачева А. Ю., Василевский Н. М. Испытания рецептур кормовой добавки для яичного птицеводства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 251–258. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-251-258>

TESTING OF FEED ADDITIVE FORMULATIONS FOR EGG POULTRY FARMING

E. I. Semenov, G. N. Nigmatulin, A. Yu. Likhacheva, N. M. Vasilevskiy

Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation

Abstract. Introduction. In the context of the intensification of poultry farming and the multifactorial nature of the reasons affecting its profitability, it was necessary to develop new feed additives to maintain health and increase the productivity of poultry. The available feed additives did not always take into account the technologies of feeding and maintenance in poultry farming that had changed over the years, an increase in productivity and metabolic pressure on the poultry body, the risk of metabolic syndrome, which could be catalyzed by modern agricultural chemistry. **The aim** of the research was the primary selection of potential components for the development of a feed additive in order to correct metabolism and increase the productivity of laying hens. Laying hens of the Lochmann cross, 260–320 days old, were formed into groups of 5 individuals each, 17 groups in total. Potential formulations which were given with food or with drinking water were tested for 20 days. Several series of experiments were carried out. During the experiment, the clinical picture of sick chickens was monitored, egg production was recorded, at the end of the test, a diagnostic autopsy and blood sampling for biochemical analysis of blood serum were carried out. One of the main criteria for evaluating the effectiveness of the additive was a change in the orange-red coloration of the droppings, as the main sign of a disease of unknown origin. Various formulations (13 variants) with ingredients with potential sorption, antioxidant,

immunostimulating, hepatoprotective, metabolism and feed digestibility properties had been studied. As a result of screening, including an assessment of productivity, biochemical blood profile, color of droppings and defective eggs (spots), it was found that the most optimal recipe were coded P11 and P12.

Keywords: laying hens, egg production, feed additive, chemical synthesis, feed safety

The authors declare no conflict of interests.

For citation: *Semenov E. I., Nigmatulin G. N., Likhacheva A. Yu., Vasilevskiy N. M. Testing of feed additive formulations for egg poultry farming. Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2021, vol. 7, no. 3, pp. 251–258. (InRuss.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-251-258>*

Введение

В связи с совершенствованием технологических процессов и интенсификацией птицеводства возрастает риск возникновения несоответствия между физиологическими возможностями птиц и существующими условиями их содержания и кормления [8]. Совокупность влияния стресс-факторов на фоне снижения резистентности негативно сказывается на общем состоянии их организма [12]. Имеющиеся кормовые добавки не всегда учитывают изменившиеся за прошедшие годы технологии кормления и содержания в птицеводстве, увеличение продуктивности и метаболического прессинга на организм птицы [3; 5], риска возникновения метаболического синдрома, катализаторами которого могут быть современные средства агрохимии [1]. Имеются сведения о негативном влиянии пестицидов на организм животных и человека, их способности индуцировать развитие различных заболеваний [4; 7; 9]. При этом большое значение имеет нарушение иммунорегуляторной функции [11]. В условиях интенсификации птицеводства и многофакторности причин, влияющих на его рентабельность, требуется разработка новых кормовых добавок для поддержания здоровья и повышения продуктивности птицы [2; 5; 6].

Целью исследований явился первичный отбор потенциальных компонентов для разработки кормовой добавки с целью коррекции обмена веществ и повышения продуктивности кур-несушек.

Материал и методы исследований

Отбор химических соединений – потенциальных кандидатов для создания на их основе рецептур и препаратов, являющихся составной частью

кормовой добавки, основывался на скрининговых исследованиях на курах-несушках с выраженной патологией обмена веществ. Кур-несушек кросса «Ломанн» 260–320-суточного возраста, формировали в группы по 5 особей в каждой. Потенциальные рецептуры задавали с кормом либо с питьевой водой, которые испытывали в течение 20 суток. Провели несколько серий опытов.

Серия 1: группа 1 – основной рацион (контроль, шифр P1), группа 2 – полиферментная композиция (ПФК) 30/кг корма (P2), группа 3 – бентонит 15 г, цеолит 15 г, шунгит 15 г, антиоксидант – 3 г/кг корма (P3), группа 4 – ПФК 15 г, бентонит 31 г, цеолит 25 г, шунгит 25 г, витамин E 4 г/кг корма (P4).

Серия 2: группа 5 – основной рацион (контроль, шифр P5), группа 6 – ПФК 0,15 % от рациона (P6), группа 7 – кремний 1,5 мл/кг корма (P6), группа 8 – целлюлокс и фидбест по 0,1 г/кг; расторопша 0,2 г/кг; витамин A 0,02 г/кг; цеолит 4,58 г/кг корма (P8).

Серия 3: группа 9 – основной рацион (контроль, шифр P9), группа 10 – ПФК в дозе 0,15 % от рациона целлюлокс 0,1 % с питьевой водой (P10), группа 11 – действующее вещество (д.в.) на основе тетраазатрицикло соединения [10] 0,1 % с питьевой водой (P11), группа 12 – 4,58 г цеолита, 0,2 г расторопши, 0,1 г целлюлокс F и 0,1 г фидбест VGPro, 0,02 г витамина A, 0,02 г/кг корма витамина E и д.в. на основе тетраазатрицикло соединения [10] 0,1 % с питьевой водой (P12).

Серия 4: группа 13 – раствор синбиотиков №1 6 мл/л (P13), группа 14 – раствор № 2 6 мл/л (P14), группа 15 – раствор № 3 1 мл/л (P15), группа 16 – основной рацион (контроль, P16), группа 17 – 4 янтарная кислота 0,25 мг/особь.

В ходе эксперимента проводили наблюдение за клинической картиной больных кур, регистрировалась яичная продуктивность, биохимическое

исследования сыворотки крови (анализатор STATFAX 3300, США). Одним из основных критериев оценки эффективности добавки было изменение оранжево-красного окрашивания помета, как основного признака заболевания неясного генеза. В качестве контроля служила больная нелеченая птица, в связи с тем, что в зависимости от возраста показатели могут изменяться, в каждой серии опытов были свои контроли.

Обработку результатов производили методом вариационной статистики (критерий достоверности Стьюдента). Разница между сравниваемыми значениями воспринималась достоверной при $P \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования представлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 / Table 1

Протеиновый профиль сыворотки крови кур-несушек / Serum protein profile of laying hens

Группа / Group	Шифр рецепта / Recipe number	Общий белок, г/л / Total protein, g/l	Альбумин, г/л / Albumin, g/l	Глобулин, г/л / Globulin, g/l	Альбумин / Глобулин / Albumin / Globulin
1 серия					
1	P1	63,2±6,32	29,6±3,55	33,6±3,7	0,88±0,09
2	P2	112,2±10,1*	54,6±4,91	57,6±7,49	0,95±0,09
3	P3	54,6±7,1	26,6±2,93	28±3,08	0,95±0,12
4	P4	59,7±5,97	24,6±2,46	35,1±4,21	0,7±0,06
2 серия					
5	P5	57,1±6,28	25,3±2,28	31,8±2,86	0,8±0,1
6	P6	43,6±5,67	25,5±3,06	18,1±1,63	1,41±0,13*
7	P7	59,1±6,5	32,9±4,28	26,2±2,36	1,26±0,11*
8	P8	56,8±6,82	25,1±2,26	31,7±2,85	0,79±0,1
3 серия					
9	P9	58,3±6,41	25,7±2,57	32,6±4,24	0,79±0,09
10	P10	52±4,68	27±2,7	25±2,5	1,08±0,14
11	P11	49,6±4,96	27,4±3,56	22,2±2	1,23±0,11*
12	P12	58,9±5,89	27,6±2,48	31,3±4,07	0,88±0,09
4 серия					
13	P13	57,4±6,89	32,6±3,59	24,8±2,98	1,31±0,12
14	P14	62,8±8,16	35,8±3,58	27±3,24	1,33±0,13
15	P15	69,7±6,97	27±2,43	42,7±3,84	0,63±0,08*
16	P16	64,4±7,73	35,4±4,6	29±2,61	1,22±0,15
17	P17	32,9±4,28*	18,7±1,87	14,2±1,56	1,32±0,17

* - $P < 0,05$

Как следует из данных, представленных в таблице 1 и характеризующих протеиновый профиль сыворотки крови кур-несушек, в целом значительных изменений, как отрицательно, так и положительно характеризующих применяемые рецептуры, не отмечено. В то же время следует отметить, что в условиях дефицитности ра-

циона по протеину показатели протеинового профиля имеют важное значение. Применение рецептуры P2 корма наиболее положительно отразилось на содержании общего белка и увеличении альбумин-глобулинового коэффициента. Увеличение белка связываем с улучшением усвояемости протеина из корма благодаря ферментам,

содержащимся в рецептуре. Положительно на данный коэффициент также повлияли рецептуры Р6, Р7 и Р11. Диагностическим маркером усугубления заболевания является уменьшение данного коэффициента, обусловленное уменьшением концентрации альбуминов и увеличением концентрации глобулинов. Рецептура Р15 вызывала уменьшение коэффициента. Вероятно, состав рецепту-

ры Р15 усугубляет патологическое состояние организма кур. Рецептура Р17 снижала содержание общего белка в сыворотке крови, что, вероятно, снижало усвояемость корма, что на фоне низкопротеинового рациона, не содержащего животных белков, послужило усугубляющим фактором. Результаты исследования липидного профиля сыворотки крови представлены в таблице 2.

Таблица 2 / Table 2

Липидный и углеводный профиль сыворотки крови кур-несушек /
Lipid and Carbohydrate profile of blood serum of laying hens

Группа / Group	Шифр рецепта / Recipe number	Холестерин, ммоль/л / Cholesterol, mmol/l	Триглицерид, ммоль/л / Triglycerides, mmol/l	Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	Амилаза, Е/л / Amylase, E/l
1 серия					
1	P1	4,28±0,56	1,72±0,22	12,46±1,5	324,8±29,23
2	P2	5,14±0,46	11,54±1,5*	28,42±3,69*	480,4±43,24
3	P3	2,38±0,24	7,08±0,71	13,14±1,18	310,4±40,35
4	P4	3,72±0,45	1,23±0,15	15,03±1,35	523,8±68,09
2 серия					
5	P5	3,12±0,34	12,42±1,61	13,71±1,78	261,7±26,17
6	P6	1,61±0,18	2,93±0,29*	14,93±1,34	372,5±37,25
7	P7	2,21±0,22	5,86±0,76	13,33±1,73	228,8±22,88
8	P8	2,78±0,36	6,72±0,81	13,78±1,79	273,3±27,33
3 серия					
9	P9	2,39±0,24	6,73±0,87	12,71±1,53	322,9±29,06
10	P10	2,02±0,18	5,76±0,63	11,46±1,49	246,4±27,1
11	P11	2,56±0,31	5,38±0,54	11,46±1,15	209,4±20,94
12	P12	2,86±0,29	11,09±1,44*	10,87±0,98	196,3±19,63
4 серия					
13	P13	1,78±0,16	3,56±0,39	15,92±1,59	266,8±26,68
14	P14	2,28±0,27	2,73±0,25	16,91±1,86	272,7±24,54
15	P15	4,08±0,37*	14,73±1,47*	15,77±1,42	195,3±17,58
16	P16	2,58±0,23	10,26±1,23*	16,38±1,47	263,0±26,3
17	P17	0,93±0,08	2,38±0,31	7,95±0,95*	143,1±17,17

* - P < 0,05

Оптимальным для кур является содержание холестерина в пределах 2,08–5,20 ммоль/л, как следует из данных, представленных в таблице, значительных изменений относительно групп контроля не наблюдали. Аналогичную картину наблюдали и в содержании глюкозы, за исклю-

чением рецептуры Р2, при ее применении регистрировали ее увеличение. При этом во всех группах, в том числе и контрольных, наблюдается значительное увеличение триглицеридов. Данные согласуются с регистрируемой патологией обмена веществ у кур. При этом ни у одной

из рецептур эффекта снижения содержания триглицеридов не наблюдалось, за исключением Р4 и

Р17. Результаты исследования печеночного профиля сыворотки крови представлены в таблице 3.

Таблица 3 / Table 3

Печеночный профиль сыворотки крови кур-несушек / Hepatic serum profile of laying hens

Группа / Group	Шифр рецепта / Recipe	Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	Общий билирубин, мкмоль/л / Total bilirubin, mmol/l	Прямой билирубин, мкмоль/л / Direct bilirubin, mmol/l	АСТ, Е/л / AST, E/l	АЛТ, Е/л / ALT, E/l	Коэфф. Ритиса / The Ritis coefficient	ЩФ, Е/л / ALP E/l	ГГТ, Е/л / GGT E/l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 серия									
1	P1	2,1 ±0,19	6,8 ±0,75	0,6 ±0,05	181,2 ±16,31	2,6 ±0,26	69,69 ±7,67	307,2 ±30,72	15,8 ±1,74
2	P2	0,88 ±0,09	8,8 ±0,79	1,6 ±0,18	150 ±16,5	12 ±1,2	12,5 ±1,38*	4942,0 ±642,54	19,6 ±2,16
3	P3	2,1 ±0,21	3,6 ±0,32	0,6 ±0,06	200 ±18	12,6 ±1,39	15,87 ±1,9*	3855,0 ±346,97	1,0 ±0,09
4	P4	2,2 ±0,26	4,5 ±0,41	0,9 ±0,09	250,2 ±25,02	7,5 ±0,98	33,36 ±3	818,1 ±98,17	22,8 ±2,28
2 серия									
5	P5	1,03 ±0,09	11,4 ±1,37	1,1 ±0,12	166,8 ±16,68	4,3 ±0,39	38,79 ±5,04	3304, ±363,46	6,0 ±0,66
6	P6	0,94 ±0,11	4,0 ±0,52	0,7 ±0,09	242,5 ±24,25	2,1 ±0,21*	115,4 ±13,86*	3388 ±440,44	1,01 ±0,12*
7	P7	0,91 ±0,09	11,2 ±1,12	1,4 ±0,18	241,8 ±26,6	4,8 ±0,53	50,38 ±5,54	1268, ±114,14	14,0 ±1,4
8	P8	1,9 ±0,21	5,6 ±0,67	0,7 ±0,06	197,2 ±25,64	2,6 ±0,23	75,85 ±8,34	3007 ±360,84	25,6 ±2,82
3 серия									
9	P9	0,81 ±0,08	5,1 ±0,61	0,9 ±0,11	177,5 ±17,75	4,5 ±0,59	39,44 ±4,73	2102,0 ±273,33	4,8 ±0,58
10	P10	1,1 ±0,11	3,4 ±0,44	0,4 ±0,04	175,8 ±17,58	4,2 ±0,42	41,86 ±5,44	1092,0 ±109,22	1 ±0,13
11	P11	0,8 ±0,07	5,6 ±0,73	0,8 ±0,1	163,6 ±21,27	4,6 ±0,41	35,57 ±3,56	2933,0 ±322,72	1,01 ±0,12
12	P12	1,03 ±0,09	9,8 ±1,18	1,2 ±0,11	167,9 ±20,15	5,7 ±0,57	29,46 ±3,24	1917,0 ±249,3	7,1 ±0,85
4 серия									
13	P13	0,86 ±0,08	12,6 ±1,13	1 ±0,13	282 ±28,2	6 ±0,78	47,0 ±6,11	4475,0 ±402,79	7,4 ±0,81

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	P14	0,71 ±0,09	5,6 ±0,73	0,7 ±0,09	259,4 ±33,72	13 ±1,56	19,95 ±2,0	1921,0 ±192,16	5,1 ±0,56
15	P15	1,04 ±0,12	10,4 ±1,14	1,2 ±0,12	230,6 ±29,9	3,3 ±0,3	69,6 ±4,0	1619,0 ±210,55	30,3 ±3,33
16	P16	1,04 ±0,11	15,2 ±1,52	0,8 ±0,08	258,2 ±30,98	4,2 ±0,46	61,48 ±6,15	4236,0 ±465,96	2,3 ±0,25
17	P17	1,01 ±0,13	10,6 ±1,27	1,9 ±0,19	125,5 ±15,06	2,8 ±0,31	44,82 ±4,93	691,7 ±83	1,3 ±0,13

* - $P < 0,05$

Содержание общего билирубина варьировало в широких пределах, применение P2 увеличивало продуктивность кур-несушек, однако интенсификация обмена приводила к усугублению патологии печени – увеличению содержания общего и прямого билирубина, что также подтверждается значительным снижением коэффициента Ритиса и увеличением активности щелочной фосфатазы и гамма-глутамилтрансферазы.

Содержание мочевины не претерпевало значительных, статистически значимых изменений, что свидетельствует об отсутствии нарушения функции почек. Однако учитывая физиологические границы 2,3–3,6 ммоль/л, у кур наблюдается некоторое его снижение (между группами статистически недостоверно). Обнаружение такой проблемы в первую очередь свидетельствует о нарушении в работе печени, так как именно она отвечает за процесс ее образования, либо рацион

дефицитен по протеину. В данном случае имеются эти два фактора.

Изучение яичной продуктивности показало, что ее увеличение обеспечивало применение рецептуры под шифрами (по убыванию) P2, P6, P11, P12. Применение других рецептур не оказывало существенного влияния на продуктивность кур. Снижение окраски помета и, соответственно, окраски яиц (пятна) обеспечивали рецептуры P11 и P12.

Таким образом, изучены различные рецептуры (13 вариантов) с ингредиентами, обладающими потенциальными сорбционными, антиоксидантными, иммуностимулирующими, гепатопротективными, усиливающими обмен веществ и переваримость кормов свойствами. В результате скрининга, включающего оценку продуктивности, биохимического профиля крови, окраску помета и дефектность яйца (пятна), установлено, что наиболее оптимальным был рецепт под шифром P11 и P12.

1. Загрязнение пестицидами территории РФ как потенциальная опасность для здоровья населения / В.И. Чибуряев и [др.] // Гигиена и санитария. 2003. № 3. С. 68–72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17039250> (дата обращения: 09.09.2021).

2. Изучение сорбционной активности потенциальных средств профилактики микотоксикозов в отношении афлатоксинов / Е. Ю. Тарасова [и др.] // Ветеринарный врач. 2020. № 2. С. 51–58. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-2-51-58>

3. Комбинированные поражения животных и разработка средств профилактики и лечения / К. Х. Папуниди [и др.]. Казань: ФЦТРБ-ВНИВИ, 2019. 248 с.

4. Патоморфологические исследования органов крыс при отравлении тиаклопридом и применении лечебных средств / В. И. Егоров [и др.] // Ветеринарный врач. 2017. № 3. С. 35–38. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29331328> (дата обращения: 09.09.2021).

5. Пономаренко Ю. А., Фисинин В. И., Егоров И. А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность: монография / Российская академия наук. Минск – М. : Белстан, 2020. 764 с.

6. Применение сорбентов для профилактики нарушения обмена веществ и токсикозов животных / К. Х. Папуниди [и др.]. Казань : ФЦТРБ-ВНИВИ, 2018. 224 с.

7. Случаи массового отравления животных, птиц и рыб в некоторых регионах Российской Федерации и стран СНГ / Э. И. Семёнов [и др.] // Ветеринария. 2021. № 8. С. 39–44. DOI: <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.8.39-44>

8. Фисинин В. И. Мировое и Российское птицеводство: реалии и вызовы будущего: монография. // М. : Хлебпродинформ, 2019. 470 с.

9. Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture / P. Nicolopoulou-Stamati [et al.] // *Frontiers in Public Health*. 2016. No. 4. Pp. 148. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>

10. Dale J., Sigvartsen T. Condensation of Alkanediamines with Formaldehyde; Intramolecular Disproportionation of N-Hydroxymethyl Groups into N-Methyl and N-Formyl Groups, *Acta Chemica Scandinavica*. 1991. Vol. 45. Pp. 1064–1070.

11. Del Rey A., Besedovsky H. O. Immune-Neuro-Endocrine Reflexes, Circuits, and Networks: Physiologic and Evolutionary Implications, *Front Horm Res*. 2017. Vol. 48. pp. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.1159/000452902>

12. Non-cancer health effects of pesticides. Systematic review and implications for family doctors / M. Sanborn [et al.] // *Can Fam Physician*. 2017. No. 53. Pp. 1712–20. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>

Статья поступила в редакцию 01.09.2021 г.; одобрена после рецензирования 01.10.2021 г.; принята к публикации 14.10.2021 г.

Об авторах

Семёнов Эдуард Ильясович

доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (422701, Российская Федерация, г. Казань, Научный Городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3029-7170>, semyonovei@bk.ru

Нигматуллин Гали Набиевич

кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (422701, Российская Федерация, г. Казань, Научный Городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6209-6206>, nigali@mail.ru

Лихачева Алена Юрьевна

младший научный сотрудник, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (422701, Российская Федерация, г. Казань, Научный Городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6694-3579>, aloyanagreen@gmail.com

Василевский Николай Михайлович

доктор ветеринарных наук, заместитель директора, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (422701, Российская Федерация, г. Казань, Научный Городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1019-821X>, vnickm@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Chiburayev V. I. et al. Zagryaznenie pestitsidami territorii RF kak potentsial'naya opasnost' dlya zdorov'ya naseleniya [Pollution of the territory of the Russian Federation with pesticides as a potential danger to people's health]. *Gigiena i sanitariya* = Hygiene and Sanitation, 2003, no. 3, pp. 68–72. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17039250> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.)

2. Tarasova E. Yu. et al. Izuchenie sorbtsionnoi aktivnosti potentsial'nykh sredstv profilaktiki mikotoksikozov v otnoshenii aflatoksinov [Study of sorption activity of potential means of prevention of mycotoxicosis against aflatoxins]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2020, no. 2, pp. 51–58. (In Russ.). DOI: 10.33632/1998-698X.2020-2-51-58.

3. Papunidi K. Kh. et al. Kombinirovannye porazheniya zhivotnykh i razrabotka sredstv profilaktiki i lecheniya [Combined damage to animals and the development of means of prevention and treatment]. Kazan, FGBNU "FTSTRB-VNIVI" Publ., 2019, 248 p. (In Russ.).

4. Egorov V. I. et al. Patomorfologicheskie issledovaniya organov krysa pri otravlenii tiaklopidom i primenении лечебных средств [Pathomorphological studies of rat poisoned with thiacloprid and application of therapeutic drugs]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2017, no. 3, pp. 35–38. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29331328> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).

5. Ponomarenko Yu. A., Fisnin V. I., Yegorov I. A. Kombikorma, korma, kormovye dobavki, biologicheski aktivnye veshchestva, ratsiony, kachestvo, bezopasnost': monografiya [Compound feed, feed, feed additives, biologically active substances, rations, quality, safety: monograph]. RAS, Minsk – Moscow, Belstan Publ., 2020, 764 p. (In Russ.).

6. Papunidi K. Kh. et al. Primenenie sorbentov dlya profilaktiki narusheniya obmena veshchestv i toksikozov zhivotnykh [The use of sorbents for the prevention of metabolic disorders and toxicosis of animals]. Kazan, FGBNU "FTSTRB-VNIVI" Publ., 2018, 224 p. (In Russ.).

7. Semenov E. I. et al. Sluchai massovogo otravleniya zhivotnykh, ptits i ryb v nekotorykh regionakh Rossiiskoi Federatsii i stran SNG [Cases of mass poisoning of animals, birds and fish in some regions of the Russian Federation and the CIS countries]. *Veterinariya* = Veterinary Medicine, 2021, no. 8, pp. 39–44. (In Russ.). DOI:10.30896/0042-4846.2021.24.8.39-44

8. Fisnin V. I. Mirovoe i Rossiiskoe ptitsevodstvo: realii i vyzovy budushchego: monografiya [World and Russian poultry farming: realities and challenges of the future: monograph]. M., Khlebprominform Publ., 2019, 470 p. (In Russ.).

9. Nicolopoulou-Stamati P. et al. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*, 2016, no. 4, 148 p. (In Eng.). DOI: 10.3389/fpubh.2016.00148
10. Dale J., Sigvartsen T. Condensation of Alkanediamines with Formaldehyde; Intramolecular Disproportionation of N-Hydroxymethyl Groups into N-Methyl and N-Formyl Groups. *Acta Chemica Scandinavica*, 1991, vol. 45, pp. 1064–1070. (In Eng.)
11. Del Rey A., Besedovsky H. O. Immune-Neuro-Endocrine Reflexes, Circuits, and Networks: Physiologic and Evolutionary Implications. *Front Horm Res.*, 2017, vol. 48, pp. 1–18. (In Eng.). DOI: 10.1159/000452902
12. Sanborn M. et al. Non-cancer health effects of pesticides. Systematic review and implications for family doctors. *Can Fam Physician*, 2017, no. 53, pp. 1712–20. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2231436/> (accessed: 10.09.2021) (In Eng.).

The article was submitted 01.09.2021; approved after reviewing 01.10.2021; accepted for publication 14.10.2021.

About the authors

Eduard I. Semenov

Dr. Sci. (Veterinary), Chief Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, (2 Nauchnyi gorodok St., Kazan, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3029-7170>, semyonovei@bk.ru

Gali N. Nigmatulin

Ph. D. (Veterinary), Senior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, (2 Nauchnyi gorodok St., Kazan, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6209-6206>, nigali@mail.ru

Alena Yu. Likhaheva

Junior Researcher, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, (2 Nauchnyi gorodok St., Kazan, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6694-3579>, aloyngreen@gmail.com

Nikolay M. Vasilevskiy

Dr. Sci. (Veterinary), Deputy Director, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, (2 Nauchnyi gorodok St., Kazan, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1019-821X>, vnickm@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 619.615.9

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-259-265

ПОИСК АНТАГОНИСТОВ ПРОДУЦЕНТОВ МИКОТОКСИНОВ

С. А. Семёнова, Ю. В. Красовская, Ф. М. Нурғалиев

Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана,
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. Микроскопические грибы являются продуцентами токсичных вторичных метаболитов – микотоксинов. Эти опасные вещества часто обнаруживаются в кормах для животных и приводят к их повышенной токсичности. Было предложено много стратегий по устранению негативного влияния микотоксинов на здоровье человека и животных. Одина из перспективных, но в то же время слабо разработанных – использование антагонистов продуцентов микотоксинов. Цель исследований – поиск антагонистов продуцентов микотоксинов. Материалом для исследования служили образцы почв из различных районов Республики Татарстан, из которых выделяли изоляты различных родов микроскопических грибов (родов *Candida*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*). Антагонистическое взаимодействие между микроорганизмами определяли методом штрихового посева, «чашечным» методом. В качестве тестовых штаммов использовали токсигенные штаммы *F. graminearum*, *A. flavus*, *F. sporotrichioides*. Были выделены и получены чистые культуры изолятов микромицетов. Определены их основные культурально-морфологические свойства, благодаря чему провели предварительную их идентификацию до родовой и частично видовой принадлежности. Предварительно оценили токсигенность самих микромицетов, и эксперименты проводили только с атоксигенными изолятами. Каждому изоляту присваивали шифр. Установлены антагонистические отношения между некоторыми микромицетами. В отношении токсигенных микромицетов *F. graminearum* и *F. sporotrichioides* антагонизм проявили грибы рода *Aspergillus* и *Trichoderma*. Дрожжевые грибы, идентифицированные нами как представители рода *Candida*, рост токсигенных грибов не подавляли. Для дальнейших исследований были отобран изолят – антагонист *Trichoderma* Tr2 и *A. flavus* As03.

Ключевые слова: антагонизм, продуценты микотоксинов, микроскопические грибы

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Семёнова С. А., Красовская Ю. В., Нурғалиев Ф. М. Поиск антагонистов продуцентов микотоксинов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 259–265. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-259-265>

SEARCH FOR MYCOTOXIN PRODUCER ANTAGONISTS

S. A. Semenova, Yu. V. Krasovskaya, F. M. Nurgaliev

Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russian Federation

Abstract. Introduction. Microscopic fungi are producers of toxic secondary metabolites - mycotoxins. These hazardous substances are often found in animal feed and lead to its increased toxicity. Many strategies have been proposed to eliminate the negative effect of mycotoxins on human and animal health, one of the most promising, but at the same time poorly developed, is the use of antagonists of mycotoxin producers. **The aim** of the research was to find antagonists of mycotoxin producers. **Materials and methods.** Soil samples from various regions of the Republic of Tatarstan served as the material for the study, from which isolates of various genera of microscopic fungi (genera *Candida*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*) were isolated. The antagonistic interaction between microorganisms was determined by the method of streak inoculation, "plate" method. Toxigenic strains of *F. graminearum*, *A. flavus*, *F. sporotrichioides* were used as test strains. **Research results, discussion.** Pure cultures of micromycete isolates were isolated and obtained. Their main cultural and morphological properties were determined, due to which their preliminary identification was carried out to the generic and partly species affiliation. The toxigenicity of the micromycetes themselves was preliminarily assessed and the experiments were carried out only with atoxigenic isolates. Each isolate was assigned a code. Antagonistic relationships have been established between some micromycetes. Fungi of the genus *Aspergillus* and

Trichoderma exhibited antagonism against toxigenic micromycetes *F. graminearum* and *F. sporotrichioides*. Yeast fungi, identified by us as representatives of the genus *Candida*, did not suppress the growth of toxigenic fungi. An isolate antagonist of *Trichoderma* Tr2 and *A. flavus* As03 was selected for further research.

Keywords: antagonism, mycotoxin producers, microscopic fungi

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Semenova S. A., Krasovskaya Yu. V., Nurgaliev F. M. Search for mycotoxin producer antagonists. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 259–265. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-259-265>

Введение

Микроскопические грибы являются продуцентами токсичных вторичных метаболитов – микотоксинов. Продуценты, в большинстве своем, принадлежат к видам из родов *Fusarium*, *Aspergillus* и *Penicillium* и достаточно широко распространены [4; 5; 7; 8; 13].

Эти опасные вещества часто обнаруживаются в кормах для животных и приводят к их повышенной токсичности [9]. Поступление в организм кормов с микотоксинами может вызвать отравление, которое может сопровождаться гибелью животных, а в низких дозах может снизить продуктивность животных и их чувствительность к инфекционным заболеваниям [2; 3; 16; 17]. При этом микотоксины часто присутствуют в комбинации [10; 16; 19].

Было предложено много стратегий по устранению негативного влияния микотоксинов на здоровье человека и животных [14; 15; 21]. Одна из перспективных, но в то же время слабо разработанных – использование антагонистов продуцентов микотоксинов [11; 12; 18].

Цель исследований – поиск антагонистов продуцентов микотоксинов.

Материал и методы исследований

Материалом для исследования служили образцы почв из различных районов Республики Татарстан: образец почвы из Чистопольского района (чернозем), образец почвы из Арского района, из которых выделяли изоляты различных микроскопических грибов (родов *Candida*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*).

Выделение изолятов согласно методике, описанной в [20], с использованием специальной

среды для выделения микроскопических грибов: сахара – 30,0 г, натрий азотнокислый – 3,0 г, калий фосфорнокислый однозамещенный – 1,0 г, магний сернокислый – 0,5 г, калий хлористый – 0,5 г, железо сернокислое закисное – 0,01 г, агар-агар – 20–30 г, вода дистиллированная – 1000 мл. Идентификацию выделенных изолятов грибов проводили по [1]. Антагонистическое взаимодействие между микроорганизмами определяли несколькими методами: метод штрихового посева, «чашечные» методы исследования антагонизма – по [20]. Метод штрихового посева – на МПА в чашке Петри штрихом наносили исследуемую культуру антагониста, через 5–7 суток перпендикулярно ей высевали штрихами испытуемые культуры бактерий, учет результатов производили через 7–14 сут. В качестве тестовых штаммов использовали токсигенные штаммы *F. graminearum*, *A. flavus*, *F. sporotrichioides*.

Результаты исследования и их обсуждение

Были выделены и получены чистые культуры изолятов микромицетов. Определены их основные культурально-морфологические свойства, благодаря чему провели предварительную их идентификацию до родовой и частично видовой принадлежности. Предварительно оценили токсигенность самих микромицетов, и эксперименты проводили только с атоксигенными изолятами. Каждому изоляту присваивали соответствующий шифр. Результаты исследования антагонистических свойств выделенных микроскопических грибов в отношении токсигенных микромицетов представлены в таблицах 1–4.

Таблица 1 / Table 1

Антагонизм выделенных микроскопических грибов *Aspergillus* в отношении токсигенных микромицетов /
Antagonism of isolated microscopical fungi *Aspergillus* against toxigenic microfungi

Выделенные микромицеты / Isolated microfungi	<i>F. graminearum</i>	<i>A. flavus</i>	<i>F. sporotrichioides</i>
1	2	3	4
<i>A. flavus</i> As01	-	-	-
<i>A. flavus</i> As02	+	-	-
<i>A. flavus</i> As03	+	+	+
<i>A. flavus</i> As04	-	-	-
<i>A. flavus</i> As07	+	-	+
<i>A. flavus</i> As08	+	-	+
<i>A. flavus</i> As011	+	-	+
<i>A. flavus</i> As012	+	-	+
<i>A. flavus</i> As014	-	-	-
<i>A. fumigatus</i> As02	-	-	-
<i>A. fumigatus</i> As021	+	-	+
<i>A. ochraceus</i> As031	+	+	-
<i>A. ochraceus</i> As32	+	+	-
<i>A. ochraceus</i> As34	+	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As1	+	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As2	+	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As3	+	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As4	+	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As7	-	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As8	+	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As9	-	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As10	-	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As11	+	-	+
<i>Aspergillus</i> spp. As12	-	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As12/2	+	-	+
<i>Aspergillus</i> spp. As13	-	-	-
<i>Aspergillus</i> spp. As14	-	-	-

Примечание: «+» – наличие антагонизма, «-» – отсутствие антагонизма

Как следует из данных, представленных в таблице 1, выделенные изоляты рода *Aspergillus* довольно активно проявляли антагонизм к токсигенному грибу *F. graminearum* – из 27 изолятов, 17 изолятов подавляли рост гриба, при этом антагонизм в отношении *F. sporotrichioides* был менее

выражен (8 изолятов), и еще меньше к *A. flavus* (3 изолята). Вероятно, здесь проявляются особенности межвидовых взаимодействий микромицетов [1; 20]. Более выражены были антагонистические свойства у вида *A. flavus*, и в частности, у изолята *A. flavus* As03.

Таблица 2 / Table 2

Антагонизм выделенных микроскопических грибов *Penicillium* в отношении токсигенных микромицетов /
Antagonism of isolated microfungi *Penicillium* against toxigenic microfungi

Выделенные микромицеты / Isolated microfungi	<i>F. graminearum</i>	<i>A. flavus</i>	<i>F. sporotrichioides</i>
<i>Penicillium</i> spp. P1	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp. P2	+	-	-
<i>Penicillium</i> spp. P4	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp. P5	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp. P6	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp. P7	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp. P8	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp. P10	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp. P12	+	+	+

Примечание: «+» – наличие антагонизма, «-» – отсутствие антагонизма

В то же время изоляты рода *Penicillium* проявляли антагонизм слабо: к грибу *F. graminearum* – из 9 изолятов лишь 2 изолята, в отношении *F. sporotrichioides* и *A. flavus* – 1 изолят. Более активен был изолят *Penicillium* spp. P12

Таблица 3 / Table 3

Антагонизм выделенных микроскопических грибов *Fusarium* в отношении токсигенных микромицетов /
Antagonism of isolated microfungi *Fusarium* against toxigenic microfungi

Выделенные микромицеты / Isolated microfungi	<i>F. graminearum</i>	<i>A. flavus</i>	<i>F. sporotrichioides</i>
<i>F. sporotrichioides</i> Fs1	-	+	-
<i>F. graminearum</i> Fs1	-	-	-
<i>F. graminearum</i> Fs2	-	-	-
<i>Fusarium</i> spp. Fs1	-	-	-
<i>Fusarium</i> spp. Fs2	-	-	-
<i>Fusarium</i> spp. Fs4	-	+	-
<i>Fusarium</i> spp. Fs8	-	-	-

Примечание: «+» – наличие антагонизма, «-» – отсутствие антагонизма

Еще слабее проявляли антагонизм *F. sporotrichioides* – из 7 изолятов ни один не подавлял роста, в отношении *A. flavus* – только 2 изолята.

Таблица 4 / Table 4

Антагонизм выделенных микроскопических грибов в отношении токсигенных микромицетов /
Antagonism of isolated microfungi against toxigenic microfungi

Выделенные микромицеты / Isolated microfungi	<i>F. graminearum</i>	<i>A. flavus</i>	<i>F. sporotrichioides</i>
1	2	3	4
<i>Trichoderma</i> spp. Tr1	+	+	-

Окончание табл.

1	2	3	4
<i>Trichoderma</i> spp. Tr2	+	+	+
<i>Trichoderma</i> spp. Tr3	-	-	-
<i>Trichoderma</i> spp. Tr4	+	+	-
<i>C. albicans</i> C1	-	-	-
<i>C. pseudotropicalis</i> Cp2/2	-	-	-
<i>Candida</i> spp. C01	-	-	-
<i>Candida</i> spp. C02	-	-	-

Примечание: «+» – наличие антагонизма, «-» – отсутствие антагонизма

Как следует из данных, представленных в таблице 4, выделенные изоляты рода *Trichoderma* проявляли антагонизм к токсигенному грибу *F. graminearum* и *A. flavus* из 4 изолятов, 3 изолята активно подавляли рост гриба, антагонизм в отношении *F. sporotrichioides* был менее выражен (1 изолят). Дрожжевые грибы, идентифицированные нами как представители рода *Candida*, не подавляли рост токсигенных грибов вовсе.

Таким образом, присутствуют антагонистические отношения между некоторыми микромицетами. В отношении токсигенных микромицетов *F. graminearum* и *F. sporotrichioides* антагонизм проявили грибы рода *Aspergillus* и *Trichoderma*. Для дальнейших исследований были отобраны изоляты – антагонисты *Trichoderma* Tr2 и *A. flavus* As03.

1. Билай Т. И., Курбацкий А. А. Определитель грибов. Киев : Наука думка, 1990. 485 с.
2. Валиев А. Р., Семёнов Э. И., Ахметов Ф. Г. Иммуносупрессия в патогенезе Т-2 микотоксикоза и ее фармакокоррекция // Ветеринарный врач. 2011. № 2. С. 4–6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16320426> (дата обращения: 09.09.2021).
3. Влияние комплекса цеолита и шунгита на резистентность и продуктивность цыплят-бройлеров при смешанном микотоксикозе / Мишина Н. Н. [и др.] // Ветеринарный врач. 2018. № 6. С. 3–9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36604581> (дата обращения: 09.09.2021).
4. Грибы продуценты афлатоксина В1 в Поволжье / Иванов А. В., [и др.] // Успехи медицинской микологии. 2014. Т. 13. С. 347–349. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22741888> (дата обращения: 09.09.2021).
5. Загрязненность продовольственного сырья грибом *Aspergillus fumigatus* / Э.И. Семёнов [и др.] // Успехи медицинской микологии. 2016. Т. 16. С. 225–227.
6. Комбинированные поражения животных и разработка средств профилактики и лечения: монография / Папуниди К. Х. [и др.]. Казань : ФЦТРБ-ВНИВИ, 2019. 248 с.
7. Микологическая оценка кормов в Республике Татарстан / Потехина Р. М. [и др.] // Ветеринарный врач. 2019. № 1. С. 19–23. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2019-1-19-24b>
8. Микофлора кормов в районах Республики Татарстан / Ермолаева О. К. [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2020. Т. 243. № 3. С. 84–87. DOI: <https://doi.org/0.31588/2413-4201-1883-243-3-84-87>
9. Оценка токсичности кормов по регионам Российской Федерации / Семенова С. А. [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 224. № 4. С. 196–199. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24502249> (дата обращения: 09.09.2021).
10. Папуниди К. Х., Семёнов Э. И., Кадиков И. Р. Проблема сочетанных отравлений животных // Ветеринария и кормление. 2018. № 2. С. 71–74. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34918506> (дата обращения: 09.09.2021).
11. Семенова С. А., Галиуллин А. К. Микробные антагонисты для биологической санации скотомогильников // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2010. Т. 204. С. 246–251. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16387345> (дата обращения: 09.09.2021).
12. Семенова С. А., Магдеева Э. А., Галиуллин А. К. Изучение антагонизма микроскопических грибов к патогенным микробам // Успехи медицинской микологии. 2014. Т. 12. С. 339–341. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22844344> (дата обращения: 09.09.2021).
13. Смоленцев С. Ю., Папуниди Э. К., Поликарпов И. Н. Микологический анализ кормов Кузнецкого района Республики Марий Эл // Ветеринарный врач. 2017. № 2. С. 38–42. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29025346> (дата обращения: 09.09.2021).

14. Строение и свойства лигнина как сорбента микотоксина Т-2 / Канарская З. А. [и др.] // Химия природных соединений. 2016. № 6. С. 924–928. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27367686> (дата обращения: 09.09.2021).
15. Тарасова Е. Ю., Семенов Э. И., Валиев А. Р., Матросова Л. Е. Поиск эффективных адсорбентов Т-2 токсина // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т. 5. № 3. С. 322–328. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-322-328>
16. Частота развития язвенных процессов в слизистой оболочке желудка свиней, обусловленных воздействием микотоксинов и колонизацией бактериями рода *Helicobacter* / Нургалиев Ф. М. [и др.] // Ветеринарный врач. 2020. № 2. С. 31–38. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-2-31-38>
17. Шакурова Н. В., Семенов Э. И., Савва В. Б. Влияние микотоксинов на ультраструктуру кортикальных элементов нефрона свиней // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2020. Т. 162. № 3. С. 350–360. DOI: <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2020.3.350-360>
18. Эндофитные бациллы – перспективные антагонисты патогенных микромицетов / Идиятов И. И. [и др.] // Проблемы медицинской микологии. 2021. Т. 23. № 2. С. 82. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46212929> (дата обращения: 09.09.2021).
19. Homeostatic system of sheep against the background of combined effects of pollutants and the use of therapeutic and preventive agents / Papunidi K. Kh. [et al.] // Bali Medical Journal. 2017. Vol. 6. No 2. 83 p.
20. Murray R. G. E., Loeb L. J. Antibiotics produced by micrococci and streptococci that show selective inhibition within the genus *Streptococcus* // Canad. J. Res. 1950. Vol. 28. Pp. 177–185.
21. Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis / Tarasova E. Yu. [et al.] // Systematic Reviews in Pharmacology. 2020. Vol. 11. No. 11. Pp. 264–268. DOI: <https://doi.org/10.31838/srp.2020.11.38>

Статья поступила в редакцию 13.09.2021 г.; одобрена после рецензирования 08.10.2021 г.; принята к публикации 19.10.2021 г.

Об авторах

Семёнова Светлана Аркадьевна

ведущий специалист, Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский Тракт, д. 35), lanochka-vet@mail.ru

Красовская Юлия Викторовна

старший преподаватель Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский Тракт, д. 35), ucheb_ot_kgavm@mail.ru

Нургалиев Фарит Муллагалиевич

доцент, Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский Тракт, д. 35), nurgalievfm@gmail.com

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Bilay T. I., Kurbatskiy A. A. *Opredelitel' gribov* [Fungi determinant]. Kiev: Nauka dumka Publ., 1990, 485 p. (In Russ.).
2. Valiev A. R., Semenov E. I., Akhmetov F. G. Immunosuppressiya v patogeneze T-2 mikotoksikoza i eyo farmakokorreksiya [Immunosuppression in the pathogenesis of T-2 mycotoxicosis and its pharmacocorrection]. *Veterinarni vrach* = Veterinarian, 2011, no. 2, pp. 4–6. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16320426> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
3. Mishina N. N. et al. Vliyanie kompleksa tseolita i shungita na rezistentnost' i produktivnost' tsyplyat-broilerov pri smeshannom mikotoksikoze [Influence of the complex of zeolite and shungite on the resistance and productivity of broiler chickens under a mixed mycotoxicosis]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2018, no. 6, pp. 3–9. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36604581> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
4. Ivanov A. V. et al. Griby produtsenty aflatoksina V1 v Povolzh'ye [Mushrooms producers of aflatoxin B1 in the Volga region]. *Uspekhi meditsinskoj mikologii* = Advances in Medical Mycology, 2014, vol. 13, pp. 347–349. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22741888> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).
5. Semenov E. I. et al. Zagryaznennost' prodovol'stvennogo syr'ya gribom *Aspergillus fumigatus* [Contamination of food raw materials by the fungus *Aspergillus fumigatus*]. *Uspekhi meditsinskoj mikologii* = Advances in Medical Mycology, 2016, vol. 16, pp. 225–227. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2019-1-19-24>
6. Papunidi K. Kh. et al. Kombinirovannye porazheniya zhivotnykh i razrabotka sredstv profilaktiki i lecheniya [Combined damage to animals and the development of means of prevention and treatment]. Kazan, FGBNU "FTSTRB-VNIVI" Publ., 2019, 248 p. (In Russ.).
7. Potekhina R. M. et al. Mikologicheskaya otsenka kormov v Respublike Tatarstan [Mycological assessment of feed in the Republic of Tatarstan]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2019, no. 1, pp. 19–23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2019-1-19-24>
8. Ermolaeva O. K. et al. Mikoflora kormov v rayonakh Respubliki Tatarstan [Mykoflora of feed in the areas of the Republic of Tatarstan]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman* = Scientific Notes of

Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, 2020, vol. 243, no. 3, pp. 84–87. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-243-3-84-87>

9. Semyonova S. A. et al. Otsenka toksichnosti kormov po regionam Rossiiskoi Federatsii [Toxicity evaluation of fodder from various regions of the Russian Federation]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, 2015, vol. 224, no. 4, pp. 196–199. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24502249> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).

10. Papunidi K. KH., Semenov E. I., Kadikov I. R. Problema sochetannykh otravlenii zhivotnykh [The problem of combined animal poisoning]. *Veterinariya i kormlenie* = Veterinary Medicine and Feeding, 2018, no. 2, pp. 71–74. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34918506> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).

11. Semenova S. A., Galiullin A. K. Mikrobynye antagonisty dlya biologicheskoi sanatsii skotomogil'nikov [Microbial antagonists for biological sanitation of burial places]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, 2010, vol. 204, pp. 246–251. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16387345> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).

12. Semenova S. A., Magdeyeva E. A., Galiullin A. K. Izuchenie antagonizma mikroskopicheskikh gribov k patogennym mikrobyam [Study of the antagonism of microscopic fungi to pathogenic microbes]. *Uspekhi meditsinskoi mikologii* = *Advances in Medical Mycology*, 2014, vol. 12, pp. 339–341. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22844344> (accessed: 09.09.2021). (In Eng.).

13. Smolentsev S. Yu., Papunidi E. K., Polikarpov I. N. Mikologicheskii analiz kormov Kuzhnerskogo rayona respublikii Marii El [Mycological analysis of fodders from Kuzhnersky region, the Republic of Mari El]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2017, no. 2, pp. 38–42. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29025346> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).

14. Kanarskaya Z. A. et al. Stroenie i svoystva lignina kak sorbenta mikotoksina T-2 [The structure and properties of lignin as a sorbent of mycotoxin T-2]. *Khimiya prirodnkh soedinenii* = Chemistry of Natural Compounds, 2016, no. 6, pp. 924–928. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27367686> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).

15. Tarasova E. Yu., Semenov E. I., Valiev A. R., Matrosova L. E. Poisk effektivnykh adsorbentov T-2 toksina [Search for effective T-2 toxin adsorbents]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2019, vol. 5, no. 3, pp. 322–328. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-322-328>

16. Nurgaliev F. M. et al. Chastota razvitiya yazvennykh protsessov v slizistoi obolochke zheludka svinei, obuslovlennykh vozdeystviem mikotoksinov i kolonizatsiei bakteriyami roda *Helicobacter* [Gastric ulcer in pigs and changes in the number of bacteria of the genus *Helicobacter* under the mycotoxins influence]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2020, no. 2, pp. 31–38. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-2-31-38>

17. Shakurova N. V., Semenov E. I., Savva V. B. Vliyanie mikotoksinov na ul'trastrukturu kortikal'nykh elementov nefrona svinei [Effect of mycotoxins on the ultrastructure of cortical elements in pig nephrons]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* = Proceedings of Kazan University. Natural Sciences Series, 2020, vol. 162, no. 3, pp. 350–360. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2020.3.350-360>

18. Idiyatov I. I. et al. Endofitnye batsilly – perspektivnye antagonisty patogennykh mikromitsetov [Endophytic bacilli – promising antagonists of pathogenic micromycetes]. *Problemy meditsinskoi mikologii* = Problems in Medical Mycology, 2021, vol. 23, no. 2, pp. 82. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46212929> (accessed: 09.09.2021). (In Russ.).

19. Papunidi K. Kh. et al. Homeostatic system of sheep against the background of combined effects of pollutants and the use of therapeutic and preventive agents. *Bali Medical Journal*, 2017, vol. 6, no. 2, p. 83. (In Eng.).

20. Murray R. G. E., Loeb L. J. Antibiotics produced by micrococci and streptococci that show selective inhibition within the genus *Streptococcus*. *Canad. J. Res.*, 1950, vol. 28, pp. 177–185. (In Eng.).

21. Tarasova E. Yu. et al. Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 2020, vol. 11, no. 11, pp. 264–268. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31838/srp.2020.11.38>

The article was submitted 13.09.2021; approved after reviewing 08.10.2021; accepted for publication 19.10.2021.

About the authors

Svetlana A. Semenova

Leading Specialist, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Siberian Tract, Kazan 420029, Russian Federation), lanochka-vet@mail.ru

Yulia V. Krasovskaya

Senior Teacher, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Siberian Tract, Kazan 420029, Russian Federation), ucheb_ot_kgavm@mail.ru

Farit M. Nurgaliev

Associate Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Siberian Tract, Kazan 420029, Russian Federation), nurgalievfm@gmail.com

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 631.421.2

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-266-274

**ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ХЛОРА НА СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ
В ПРОРОСТКАХ ОВСА ПОСЕВНОГО И ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ****Е. А. Скочилова, Е. С. Закамская***Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация*

Аннотация. Введение. Хлор является одним из жизненно необходимых микроэлементов. Роль пигментов в устойчивости растений к засолению в настоящее время недостаточно изучена. Некоторые авторы приводят данные о снижении количества пигментов при засолении, другие выявили повышение или отсутствие существенных изменений пигментного аппарата. **Цель исследования:** выявление влияния ионов хлора на содержание фотосинтетических пигментов в проростках овса посевного и горчицы белой. **Материалы и методы.** Исследования проводились на территории городского округа «Город Йошкар-Ола». Выделили три функциональные зоны: рекреационная, селитебная и южная промышленная. В урбаноземах придорожной полосы и на газонах изучаемых улиц отобрали почвенные пробы и проанализировали содержание ионов хлора аргентометрическим методом. Количество фотосинтезирующих пигментов определяли спектрофотометрическим методом. В качестве тест-объектов были выбраны овес посевной и горчица белая. **Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты исследований показали, что содержание ионов хлора в урбаноземах селитебной зоны составило 0,024 %, рекреационной – 0,017 %, южной промышленной – 0,014 %. Согласно классификация почв по степени засоления все изученные урбаноземы относятся к категории незасоленных. У овса посевного и горчицы белой выявлено небольшое количество пигментов вне зависимости от зоны. В урбаноземах селитебной и рекреационной зон в проростках изученных растений содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов было выше, по сравнению с южной промышленной зоной. **Заключение.** Количество ионов хлора в урбаноземах на уровне 0,017–0,024 % способствовало повышению содержания хлорофилла *a* и каротиноидов в проростках овса посевного и горчицы белой.

Ключевые слова: функциональные зоны, урбаноземы, хлорид-ионы, хлорофилл, каротиноиды, овес посевной, горчица белая

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Скочилова Е. А., Закамская Е. С. Влияние ионов хлора на содержание фотосинтетических пигментов в проростках овса посевного и горчицы белой // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 266–274. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-266-274>

**CHLORINE IONS EFFECT ON THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS
IN SEEDLINGS OF COMMON OATS AND WHITE MUSTARD****E. A. Skochilova, E. S. Zakamskaya***Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation*

Abstract. Introduction. Chlorine is one of the essential trace elements. The role of pigments in plant resistance to salinization is currently insufficiently studied. Some authors cite data on a pigments amount decrease during salinization, others have identified an increase or absence of significant changes in the pigment apparatus. **The purpose** of this research is to determine the chlorine ions influence on the amount of photosynthetic pigments in seedlings of common oats and white mustard. **Materials and methods.** The research was carried out on the territory of the urban district “City of Yoshkar-Ola”. Three functional zones were identified: recreational, residential and southern industrial. Soil samples were taken in the urban soils of the roadside and on the lawns of the studied streets, and the amount of chlorine ions was analyzed by the argentometric method. The amount of photosynthetic pigments was determined spectrophotometrically. Common oats and white mustard were selected as test objects. **Research results and their discussion.** The research results revealed that the content of chlorine ions in the urban soils of the residential zone was 0.024 %, recreational – 0.017 %, southern industrial – 0.014 %. According to the soils classification by the degree of salinity, all the studied urban soils belong to the non-saline category.

A small amount of pigments was found in common oats and white mustard, regardless of the zone. In the seedlings of the studied plants growing in the soils of the residential and recreational zones, the content of chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids was higher than in the southern industrial zone. **Conclusion.** The amount of chlorine ions in urban soils at the level of 0.017–0.024 % promoted an increase in the content of chlorophyll a and carotenoids in seedlings of common oats and white mustard.

Keywords: functional zones, urban soils, chloride ions, chlorophyll, carotenoids, *Avena sativa* L., *Sinapsis alba* L

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Skochilova E. A., Zakamskaya E. S. Chlorine ions effect on the content of photosynthetic pigments in seedlings of common oats and white mustard. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7 no. 3, pp. 266–274. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-266-274>

Введение

Хлор является одним из жизненно необходимых микроэлементов для роста и развития растений. В малых дозах хлор активизирует фотофосфорилирование и окислительное фосфорилирование, участвует в энергетическом обмене растений. Он также положительно влияет на поглощение корнями кислорода, соединений калия, кальция, магния [2].

Наиболее благоприятной для нормальной жизнедеятельности большинства сельскохозяйственных растений является среда, близкая к pH 6,5 [7]. В почвах чаще всего накопление солей вызывает щелочную среду, однако техногенное засоление может развиваться и на фоне кислой реакции среды [5].

При адаптации растительных организмов к неблагоприятным условиям среды, в том числе и к засолению, в первую очередь, происходит перестройка физиолого-биохимических процессов [4; 8].

Воздействие хлоридного засоления нарушает корневое питание растений, водный обмен, ингибирует процесс фотосинтеза, оказывает существенное влияние на фотосинтетический аппарат растений, отрицательно действует на структурно-функциональное состояние хлоропластов [10], что приводит к снижению продуктивности и качеству сельскохозяйственных культур [6].

Основными компонентами фотосинтетического аппарата растений являются хлорофиллы *a* и *b*. Содержание и соотношение хлорофиллов зависит от условий произрастания и отражает адаптированность растений к неблагоприятным факторам среды, поэтому особый интерес вызывает изучение количества хлорофиллов при воз-

действии стрессовых ситуаций, в том числе засоления, на культурные растения.

Важное место в пигментной системе растений занимают каротиноиды. Они выполняют защитную функцию, так как препятствуют фоторазрушению молекул хлорофилла и клеток растений, являются антиоксидантами [9].

Роль пигментов в устойчивости растений к засолению в настоящее время недостаточно изучена, и в литературе приводятся противоречивые результаты. Некоторые авторы приводят данные о снижении количества пигментов при засолении [1], другие выявили повышение или отсутствие существенных изменений пигментного аппарата [3].

Целью данного исследования является выявление влияния ионов хлора на содержание фотосинтетических пигментов в проростках овса посевного и горчицы белой.

Материалы и методы

Исследования проведены в июне – июле 2017 года на территории городского округа «Город Йошкар-Ола». Были выделены три функциональные зоны: 1) рекреационная зона (Центральный парк культуры и отдыха им. XXX-летия ВЛКСМ); 2) селитебная зона (ул. Анциферова, ул. Баумана, ул. Волкова, ул. Зарубина, ул. Й. Кырли, ул. Кирова, ул. Комсомольская, ул. Медицинская, ул. Некрасова, ул. Павленко, ул. Первомайская, ул. Петрова, ул. Подольских Курсантов, ул. Пролетарская, ул. Пушкина, ул. Рябинина, ул. Эшкинина, ул. Я. Эшпая, ул. Дружбы, ул. Машиностроителей); 3) южная промышленная зона (ул. К. Маркса, ул. Ломоносова, ул. Лермонтова, ул. Соловьева, ул. Строителей).

В ходе работы отобрали почвенные пробы и проанализировали содержание ионов хлора в урбаноземах придорожной полосы и на газонах изучаемых улиц. Отбор проб урбаноземов проводили согласно *ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб*¹. Подготовку почвенных проб для последующего анализа проводили по *ГОСТ 17.4.4.02-84*². Содержание ионов хлора в урбаноземах проводили аргентометрическим методом по Мору согласно *ГОСТ 26425-85 Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке*³. Степень засоления оценивали согласно классификации почв по степени засоления⁴. По степени засоления почвы (содержание Cl^- , %) делятся на незасоленные – менее 0,05; слабозасоленные – 0,05–0,15; средnezасоленные – 0,15–0,3; сильнозасоленные – 0,3–0,7; очень сильно засоленные (солончаки) – более 0,7.

Влияние ионов хлора, находящихся в почве, на содержание фотосинтетических пигментов определяли по состоянию ассимиляционного ап-

парата тест-объектов. В качестве тест-объектов были выбраны овес посевной (*Avena sativa* L.) – однолетнее травянистое растение семейства Мятликовые (*Poaceae*) и горчица белая (*Sinapis alba* L.) – однолетнее стержнекорневое травянистое растение семейства Капустные (*Brassicaceae*). Количество фотосинтезирующих пигментов определяли спектрофотометрическим методом при длинах волн 662, 644 и 440,5 нм. Для расчета концентрации хлорофиллов (*a*, *b*) и каротиноидов использовали формулы Wettsteina. Определение проводили в трех биологических повторностях. Статистический анализ полученных данных проводили с использованием общепринятых методов и пакета прикладных программ MS Excel for Windows, «Statistica 6.0».

Результаты исследований и их обсуждение

На рисунке 1 представлено содержание хлорид-ионов в урбаноземах разных функциональных зон г. Йошкар-Олы.

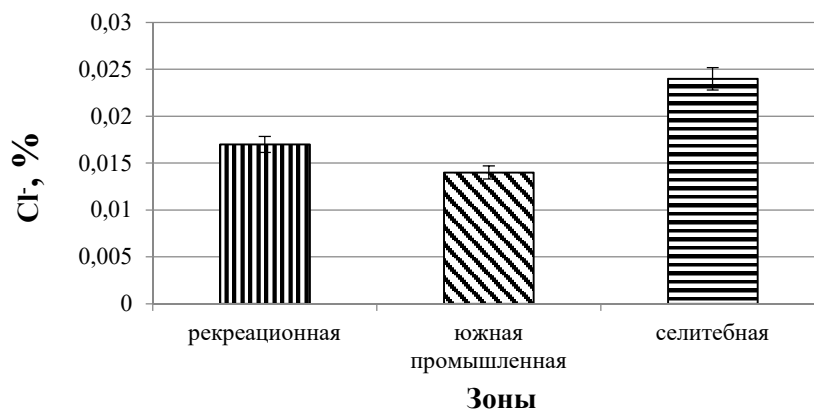


Рис. 1. Содержание ионов хлора в урбаноземах в функциональных зонах г. Йошкар-Олы /
Fig. 1. The content of chlorine ions in urban soils in the functional zones of Yoshkar-Ola

Установлено, что наибольшее количество ионов хлора в придорожных полосах и на газонах обнаружено в урбаноземах селитебной зоны, что в 1,4 и 1,7 раза больше, по сравнению с рекреационной и южной промышленной зонами соответственно. Вероятно, в районах жилой зоны противогололедные реагенты и песко-соляная смесь используются чаще и в больших объемах. Согласно классификация почв по степени засо-

ления все изученные урбаноземы относятся к категории незасоленных.

Анализ полученных данных выявил существенную разницу по содержанию в проростках растений хлорофилла *a* – главного фотосинтезирующего пигмента, входящего в состав реакционных центров фотосистем, и хлорофилла *b* как дополнительного пигмента фотосистемы II. Как видно из рисунков 2 и 3, у овса посевного диапазон

¹ ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023554> (дата обращения: 25.08.2021).

² ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб. URL: <https://files.stroyinf.ru/index2/1/4294847/4294847763.htm> (дата обращения: 27.08.2021).

³ ГОСТ 26425-85 Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023486> (дата обращения: 30.08.2021).

⁴ Классификация почв по степени засоления. URL: <https://zoodrug.ru/topic3488.html> (дата обращения: 23.08.2021).

концентраций хлорофилла *a* находится в пределах от 0,11 мг/г (ул. Павленко) до 1,67 мг/г (ул. Рябинына), хлорофилла *b* – от 0,05 до 1,33 мг/г. Низким фондом хлорофилла *a* и *b* отличались

проростки горчицы белой, содержание хлорофилла *a* варьировало в пределах 0,24–0,63 мг/г, хлорофилла *b* – 0,08–0,21 мг/г (ул. Й. Кырли, Я. Эшпая соответственно).

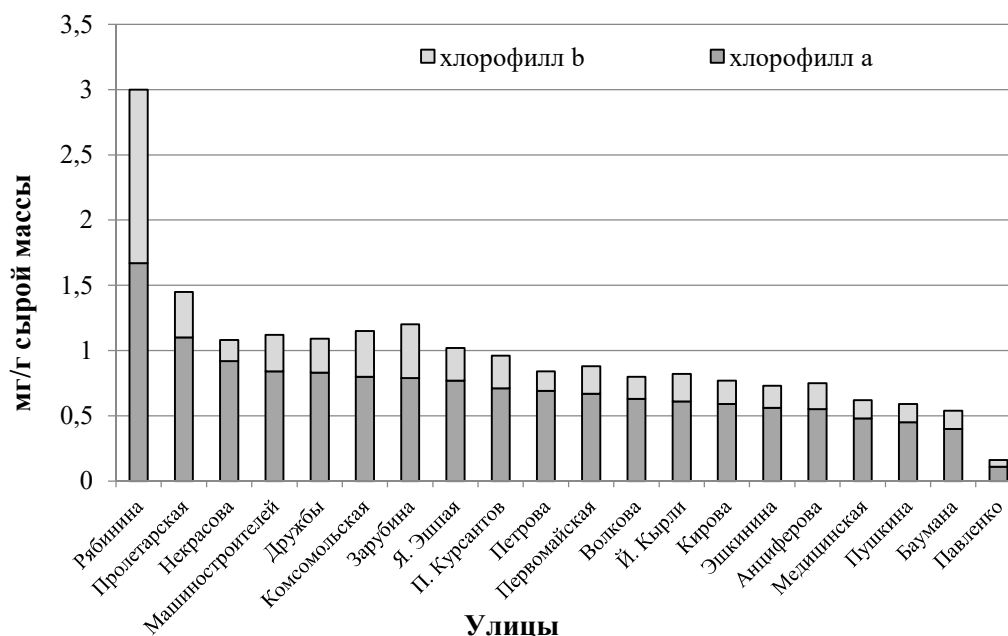


Рис. 2. Содержание хлорофиллов в проростках *A. sativa* в селитебной зоне /
Fig. 2. Chlorophylls content in *A. sativa* seedlings in the residential zone

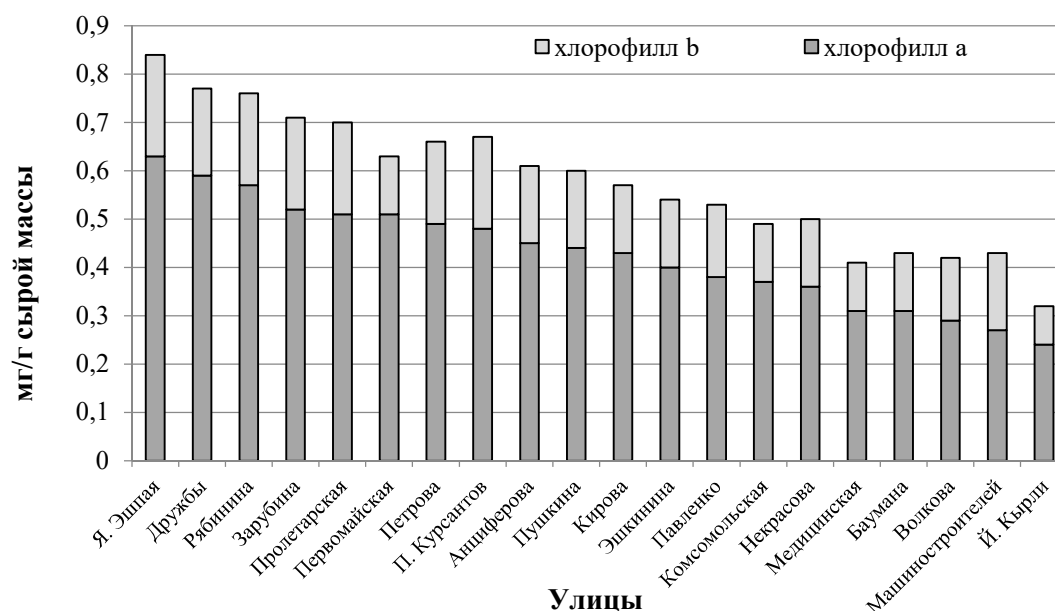


Рис. 3. Содержание хлорофиллов в проростках *S. alba* в селитебной зоне /
Fig. 3. Chlorophylls content in *S. alba* seedlings in the residential zone

В южной промышленной зоне в проростках овса посевного содержание хлорофилла *a* изме-

нялось в пределах 0,23–0,61 мг/г, хлорофилла *b* – 0,08–0,20 мг/г (ул. Лермонтова, Ломоносова).

Тогда как у горчицы белой количество хлорофилла *b* – от 0,06 до 0,13 мг/г (ул. Соловьева, Ломоносова соответственно) (рис. 4).

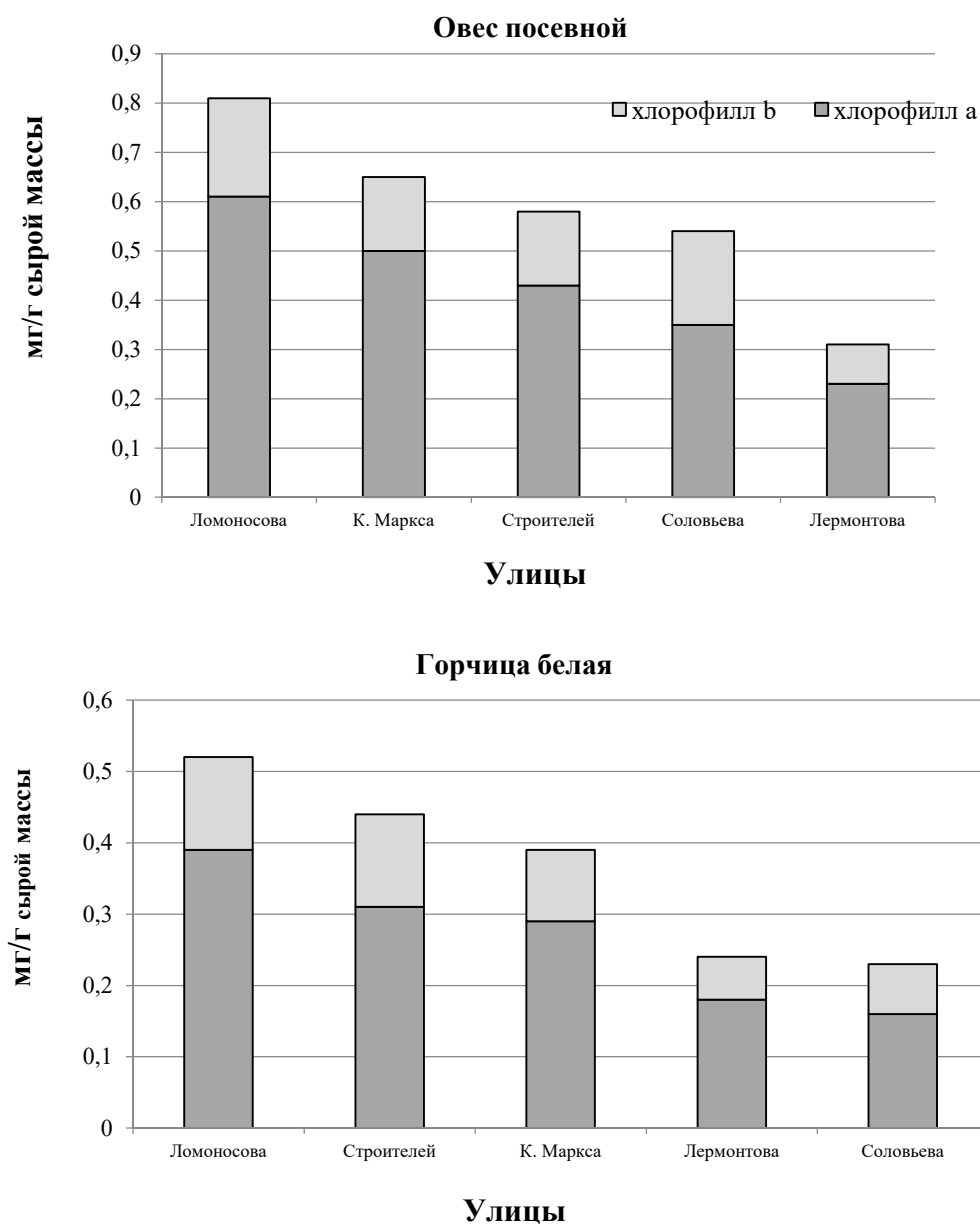


Рис. 4. Содержание хлорофиллов в проростках *A. sativa* и *S. alba* в южной промышленной зоне /
Fig. 4. Chlorophylls content in *A. sativa* and *S. alba* seedlings in the southern industrial zone

Каротиноиды выполняют значимую роль в приспособлении растений к неблагоприятным факторам среды и являются антиоксидантами. Они входят в состав светособирающих комплексов в качестве дополнительных пигментов. В селитебной зоне проростки овса посевного содержали каротиноиды в количестве от 0,52 до

3,6 мг/г сырой массы (ул. Павленко, Пролетарская) (рис. 5).

В южной промышленной зоне количество каротиноидов в растениях горчицы белой составляло 0,45–2,22 мг/г, наибольшее значение наблюдалось на ул. Я. Эшпая, наименьшее – на ул. Анциферова (рис. 6).

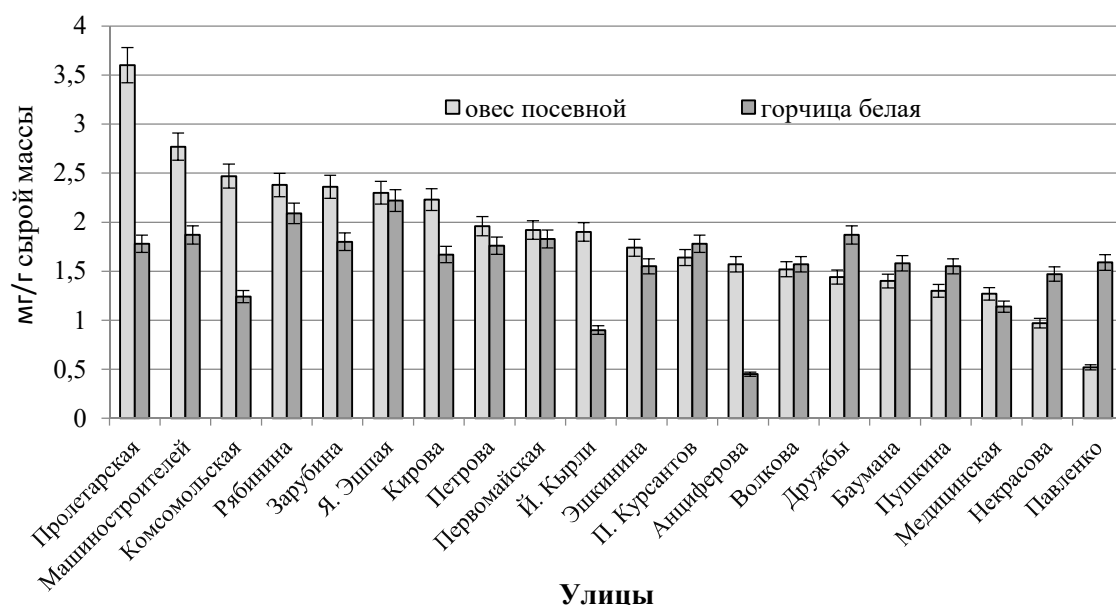


Рис. 5. Содержание каротиноидов в проростках *A. sativa* и *S. alba* в жилой зоне /
Fig. 5. Carotenoids content in *A. sativa* and *S. alba* seedlings in the residential zone

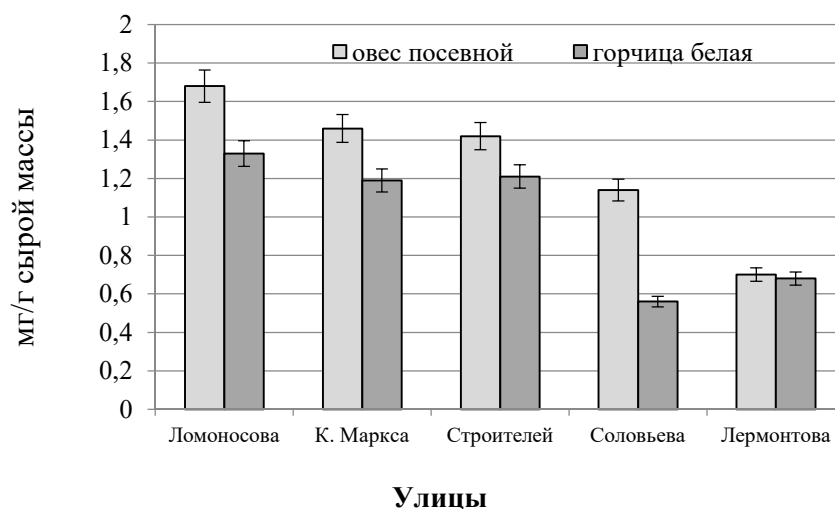


Рис. 6. Содержание каротиноидов в проростках *A. sativa* и *S. alba* в южной промышленной зоне /
Fig. 6. Carotenoids content in *A. sativa* and *S. alba* seedlings in the southern industrial zone

Результаты определения содержания зеленых и желтых пигментов в растениях овса посевного и горчицы белой по функциональным зонам представлены в таблице. У овса посевного и горчицы белой выявлено небольшое количество пигментов вне зависимости от зоны. В урбано-зонах жилой и рекреационной зон в проростках овса посевного содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов было выше, по сравнению с южной промышленной зоной. Ана-

логичные результаты были получены при определении пигментов в растениях горчицы белой.

Суммарное содержание хлорофиллов в проростках овса посевного было в 1,7 раза выше в жилой и рекреационной зонах, по сравнению с южной промышленной зоной. По данному показателю обнаружена статистически значимая разница между жилой, рекреационной и южной промышленной зонами. У горчицы белой сумма хлорофиллов была

больше в 2,5 раза в рекреационной зоне и в 1,7 раза в селитебной зоне, чем в южной промышленной ($P < 0,05$). Абсолютные значения по содержанию зеленых пигментов в листьях горчицы белой были несколько ниже, чем у овса посевного. Поскольку горчица относится к гликофитам, ее устойчивость к засолению относительно невелика. Увеличение суммарного количества хлорофиллов в проростках овса посевного и горчицы белой в рекреационной и селитебной зонах, вероятно, произошло за счет того, что хлор усиливает поступление других элементов, необходимых для биосинтеза хлорофилла и процесса фотосинтеза.

Представляет интерес отношение содержания хлорофиллов *a* и *b*. Результаты показали, что отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*

было выше в селитебной и рекреационной зонах, и несколько ниже в южной промышленной зоне. В селитебной и рекреационной зонах увеличение отношения хлорофиллов в растениях овса посевного и горчицы белой произошло за счет увеличения, а в промышленной зоне благодаря уменьшению доли хлорофилла *a*, что подтверждает отношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*.

Количество каротиноидов в проростках овса посевного и горчицы белой в селитебной и рекреационной зонах достоверно выше, по сравнению с южной промышленной зоной (табл.).

Таким образом, увеличение биосинтеза хлорофилла *a* и каротиноидов, возможно, является одной из адаптивных реакций овса посевного и горчицы белой к действию хлорид-ионов.

Таблица / Table

Содержание пигментов в проростках *A. sativa* и *S. alba* (мг/г сырой массы) в разных функциональных зонах г. Йошкар-Олы / The content of pigments in *A. sativa* and *S. alba* seedlings (mg/g of raw mass) from different functional zones of Yoshkar-Ola

Функциональная зона / Functional zone	Хлорофилл / Chlorophyll				Каротиноиды / Carotenoids
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a + b</i>	<i>a / b</i> , отн. ед.	
Овес посевной					
Рекреационная	0,79±0,081	0,22±0,045	1,01±0,011	3,59±0,054	1,92±0,052
Южная промышленная	0,42±0,021	0,15±0,021	0,57±0,081	2,80±0,021	1,28±0,021
Селитебная	0,74±0,011	0,23±0,032	0,97±0,043	3,21±0,056	1,86±0,023
Горчица белая					
Рекреационная	0,67±0,036	0,19±0,012	0,86±0,025	3,53±0,025	1,19±0,025
Южная промышленная	0,26±0,045	0,10±0,005	0,36±0,021	2,60±0,036	0,26±0,023
Селитебная	0,43±0,021	0,15±0,006	0,58±0,023	2,87±0,025	1,59±0,052

Выводы

По содержанию ионов хлора в урбаноземах изученных зон можно составить следующий ряд по уменьшению: селитебная > рекреационная > южная промышленная. Согласно классификации почв по степени засоления все изученные урбаноземы относятся к категории незасоленных.

При концентрации ионов хлора в урбаноземах от 0,017 (рекреационная зона) до 0,024 % (селитебная зона) в проростках овса посевного и горчицы белой наблюдали увеличение содержания

хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов. Возможно, это является одной из адаптивных реакций овса посевного и горчицы белой к действию хлорид-ионов. Количество фотосинтезирующих пигментов было несколько выше у овса посевного, по сравнению с горчицей белой.

Значения отношений хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* у изученных видов были выше в рекреационной и селитебной зонах, по сравнению с южной промышленной. Увеличение хлорофиллов произошло за счет доли хлорофилла *a*.

1. Гарифзянов А. Р., Горелова С. В. Окислительный стресс и устойчивость растений // Тульский экологический бюллетень. 2006. Вып. 2. С. 364–368.
2. Головатый С. Е., Ковалевич З. С., Лукашенко Н. К. Влияние содержания натрия и хлора на урожайность яровых зерновых культур // Почвоведение и агрохимия. 2010. № 1. С. 148–156.
3. Еремченко О. З., Кусакина М. Г., Лузина Е. В. Содержание пигментов в растениях *Lepidium sativum* в условиях хлоридно-натриевого засоления и ошелащивания // Вестник Пермского университета. Биология. 2014. Вып. 1. С. 30–35.
4. Еремченко О. З., Митракова Н. В., Шестаков И. Е. Природно-техногенная организация почвенного покрова территории воздействия солеотвалов и шламохранилищ в Соликамско-Березниковском экономическом районе // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2017. Вып. 3. С. 311–320.
5. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. 2000. № 3. С. 3–29.
6. Кононенко Н. В., Диловарова Т. А., Канавский Р. В., Лебедев С. В., Баранова Е. Н., Федореева Л. И. Оценка морфологических и биохимических параметров устойчивости различных генотипов пшеницы к хлоридному засолению // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2019. № 1. С. 18–39.
7. Королев К. П., Боме Н. А. Особенности проявления количественных признаков у сортов *Linum ussitatissimum* L. в условиях солевого стресса // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 6–1 (96). С. 145–148.
8. Четина О. А., Устинова К. И. Некоторые морфометрические параметры *Avena sativa* и содержание в нем пролина при засолении NaCl на фоне кислой и щелочной реакции почвенной среды // Вестник ПГУ. Биология. 2019. № 3. С. 345–352.
9. Foyer C. H., Shigeoka S. Understanding Oxidation stress and Antioxidant Functions to Enhance Photosynthesis // Plant Physiol. 2011. Vol. 155. P. 93–100.
10. Wungrampha S., Joshi R., Singla-Pareek S. L., Pareek A. Photosynthesis and salinity: are these mutually exclusive? // Photosynthetica. 2018. Vol. 56. № 1. P. 366–381.

Статья поступила в редакцию 16.09.2021 г.; одобрена после рецензирования 08.10.2021 г.; принята к публикации 14.10.2021 г.

Об авторах

Скочилова Елена Анатольевна

кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4553-508X>, skochilova@inbox.ru

Закамская Елена Станиславовна

кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3204-2892>, zakamskay@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Garifzyanov A. R., Gorelova S. V. Okislitel'nyi stress i ustoichivost' rastenii [Oxidative stress and plant resistance]. *Tul'skii ekologicheskii byulleten'* = Tula Ecological Bulletin, 2006, issue 2, pp. 364–368. (In Russ.).
2. Golovaty S. E., Kovalevich Z. S., Lukashenko N. K. Vliyanie soderzhaniya natriya i khlora na urozhainost' yarovykh zernovykh kul'tur [Influence of sodium and chlorine content on the yield of spring grain crops]. *Pochvovedenie i agrokhimiya* = Soil Science and Agrochemistry, 2010, no. 1, pp. 148–156. (In Russ.).
3. Eremchenko O. Z., Kusakina M. G., Luzina E. V. Soderzhanie pigmentov v rasteniyakh *Lepidium sativum* v usloviyakh khlordno-natrievogo zasoleniya i oshchelachivaniya [The content of pigments in *Lepidium sativum* plants under conditions of sodium chloride salinization and alkalization]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologiya* = Bulletin of Perm University. Biology, 2014, no. 1, pp. 30–35. (In Russ.).
4. Eremchenko O. Z., Mitrakova N. V., Shestakov I. E. Prirodno-tekhnogennaya organizatsiya pochvennogo pokrova territorii vozeistviya soleotvalov i shlamokhranilishch v Solikamsko-Bereznikovskom ekonomicheskom raione [Natural and technogenic organization of a soil cover in the area of influence of the saltdumps and sludge in Solikamsk-Berezniki economic area]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ser. Biologiya* = Bulletin of Perm University. Ser. Biology, 2017, no. 3, pp. 311–320. (In Russ.).
5. Zhuchenko A. A. Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoi sistemy selektsii rastenii [Ecological and genetic foundations of the adaptive system of plant breeding]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* = Agricultural Biology, 2000, no. 3, pp. 3–29. (In Russ.).
6. Kononenko N. V., Dilovarova T. A., Kanavsky R. V., Lebedev S. V., Baranova E. N., Fedoreeva L. I. Otsenka morfolo-gicheskikh i biokhimicheskikh parametrov ustoichivosti razlichnykh genotipov pshenitsy k khlordnomu zasoleniyu [Evaluation of

morphological and biochemical resistance parameters to chloride salination in different wheat genotypes]. *Vestnik RUDN. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* = RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries, 2019, no. 1, pp. 18–39. (In Russ.).

7. Korolev K. P., Bome N. A. Osobennosti proyavleniya kolichestvennykh priznakov u sortov *Linum ussitatissimum* L. v usloviyakh solevogo stressa [Features of quantitative sign manifestation in *Linum ussitatissimum* L. varieties under salt stress conditions]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* = International Research Journal, 2020, no. 6–1 (96), pp. 145–148. (In Russ.).

8. Chetina O. A., Ustinova K. I. Nekotorye morfometricheskie parametry *Avena sativa* i sodержanie v nem prolina pri zasolenii NaCl na fone kisloi i shchelochnoi reaktsii pochvennoi sredy [Some morphometric *Avena sativa* parameters and content of proline in it at salinization on the background of acid and alkaline reaction in cespitose-podsolic soil]. *Vestnik PGU. Biologiya* = Bulletin of Perm University. Biology, 2019, no. 3, pp. 345–352. (In Russ.).

9. Foyer C. H., Shigeoka S. Understanding Oxidation stress and Antioxidant Functions to Enhance Photosynthesis. *Plant Physiol.*, 2011, vol. 155, pp. 93–100. (In Eng.).

10. Wungrampha S., Joshi R., Singla-Pareek S.L., Pareek A. Photosynthesis and salinity: are these mutually exclusive? *Photosynthetica*, 2018, vol. 56, no. 1, pp. 366–381. (In Eng.).

The article was submitted 16.09.2021; approved after reviewing 08.10.2021; accepted for publication 14.10.2021.

About the authors

Elena A. Skochilova

Ph. D. (Biology), Associate Professor, Mari State University (1. Lenin Sq., 424000 Yoshkar-Ola, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4553-508X>, skochilova@inbox.ru

Elena S. Zakamskaya

Ph. D. (Biology), Associate Professor, Mari State University (1. Lenin Sq., 424000 Yoshkar-Ola, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3204-2892>, zakamskay@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ECONOMICS

УДК 330.59

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-275-283

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ КАК ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ БИЗНЕСА

Н. М. Гурьянова, Э. И. Позубенкова, Ю. Ю. Рассыпнова

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Повышение качества жизни – это основной вектор действия социальной ответственности любого бизнеса. **Цель** исследований – проведение анализа ключевых показателей обеспечения качества жизни населения и выявление негативных тенденций на формирование интегральной оценки. **Материалы и методы.** В качестве объекта исследования была выбрана одна из четырех агропочвенных зон Пензенской области – Вадинско-Мокшанская. Она объединяет двенадцать административных районов, схожих между собой по признаку соответствия агроклиматических ресурсов производственным потребностям. Для группировки, анализа, оценки и ранжирования территориальных единиц по обеспечению качества жизни населения были использованы элементы построения причинно-следственных связей, методы анализа и оценки на основе абсолютного прироста ключевых показателей, методы интегрирования. **Результаты исследования, обсуждения.** Все наиболее важные факторы, влияющие на обеспечение качества жизни населения, сгруппированы по четырем укрупненным группам: «Население», «Уровень образования», «Качество жилья», «Демографическая ситуация». Каждая укрупненная группа включает соответствующий набор показателей, наиболее точно отражающих уровень жизни населения по соответствующей группе. По каждой совокупной группе проведена рейтинговая оценка качества жизни населения выбранных для анализа административных единиц. В свою очередь рейтинговая оценка послужила основой для расчета интегрального показателя качества жизни населения по каждому району и определения наилучших и наихудших позиций по административным единицам. **Заключение.** Некоторые районы имеют достаточный разброс по значению индекса качества жизни в разрезе отдельных групп показателей. Наиболее стабильная картина наблюдается у трех административных единиц, которые в свою очередь являются лидерами и по общей интегральной оценке индекса качества жизни. Районы, занимающие худшие позиции по индексу качества жизни, нуждаются в особом внимании по условиям стимулирования показателей рождаемости, миграции в рамках развития социальной инфраструктуры и поддержания таких групп показателей, как «Демографическая ситуация», «Качество жилья» и «Уровень образования».

Ключевые слова: качество жизни, агропочвенная зона, население, уровень образования, качество жилья, демографическая ситуация, рейтинговая оценка

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гурьянова Н. М., Позубенкова Э. И., Рассыпнова Ю. Ю. Оценка качества жизни населения как основы формирования социальной ответственности бизнеса // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 275–283. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-275-283>

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION AS THE BASIS FOR THE
FORMATION OF BUSINESS SOCIAL RESPONSIBILITY

N. M. Guryanova, E. I. Pozubenkova, Y. Y. Rassypnova

Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation

Abstract. Introduction. Improving the quality of life is the main vector of social responsibility of any business. **Purpose:** analysis of key indicators of ensuring the quality of life of the population, and identification of negative trends in the formation of an integral assessment. **Materials and methods.** One of the four agrosil zones of the Penza region – Vadinsko-Mokshanskaya – was chosen as the object of the study. It unites twelve administrative districts that are similar to each other in terms of the correspondence of agro-climatic resources to production needs. For the grouping, analysis, assessment and ranking of territorial units to ensure the quality of life of the population, elements of constructing cause-and-effect relationships, methods of analysis and assessment based on the absolute increase in key indicators, and methods of integration were used. **Research results, discussion.** All the most important factors affecting the quality of life of the population are grouped into four enlarged groups: population, level of education, quality of housing, demographic situation. Each enlarged group includes a corresponding set of indicators that most accurately reflect the standard of living of the population for the corresponding group. For each aggregate group, a rating assessment of the quality of life of the population of the administrative units selected for the analysis was carried out. In turn, the rating assessment served as the basis for calculating the integral indicator of the quality of life of the population for each district, and determining the best and worst positions for administrative units. **Conclusion.** Some districts have a sufficient spread in the value of the quality of life index in the context of certain groups of indicators. The most stable picture is observed in three administrative units, which, in turn, are leaders in the overall integral assessment of the quality of life index. Districts that occupy the worst positions in the quality of life index need special attention in terms of stimulating fertility rates, migration in the framework of the development of social infrastructure and maintaining such groups of indicators as “Demographic situation”, “Quality of housing” and “Level of education”.

Keywords: quality of life, agrosil zone, population, level of education, quality of housing, demographic situation, rating assessment

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Guryanova N. M., Pozubenkova E. I., Rassypnova Y. Y. Assessment of the quality of life of the population as the basis for the formation of business social responsibility. *Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 275–283. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-275-283>

Введение

Достижение высокого качества жизни населения является целью социально ориентированной рыночной экономики и выступает, согласно концепции устойчивого развития, основой устойчивого социально-экономического развития общества [1]. Не справляясь с решением социально-экономических проблем, власть находится в поисках того, на кого можно переложить решение хотя бы части социальных вопросов [2]. В качестве такого субъекта видится бизнес-сообщество, которое в свою очередь уже само начинает осознавать необходимость следовать принципам концепции социальной ответственности бизнеса.

Целью статьи является проведение анализа ключевых показателей обеспечения качества жизни населения и выявление негативных тенденций на формирование интегральной оценки.

Материалы и методы

Для проведения оценки качества жизни населения необходимым условием является отбор показателей, характеризующих качество жизни населения (рис. 1). Показатели оценки качества жизни представим в виде причинно-следственной диаграммы.

Проанализировав множественность показателей уровня качества жизни, на рисунке 1 определим показатели, которые встречаются абсолютно во всех авторских методиках оценки качества

жизни населения: уровень жизни, образования, развития социальной инфраструктуры, качества жизни и демографической ситуации.

Пензенская область делится на четыре агропочвенные зоны: Вадинско-Мокшанская, Белинско-Сердобская, Никольско-Городищенская, Кузнецко-Лопатинская. АО «Учхоз «Рамзай» ПГСХА» расположено в Мокшанском районе, который входит в состав Вадинско-Мокшанской

агропочвенной зоны наряду с такими районами, как Спасский, Вадинский, Бессоновский, Земетчинский, Иссинский, Лунинский, Каменский, Наровчатский, Нижнеломовский, Пензенский, Пачелмский. Всего Вадинско-Мокшанская зона объединяет 12 административных районов.

Представим рейтинговую оценку качества жизни по укрупненной группе «Население» в таблице 1.



Рис. 1. Причинно-следственная диаграмма обеспечения качества жизни /
Fig. 1. A causal diagram of quality of life assurance

Таблица 1 / Table 1

Рейтинговая оценка показателей обеспечения качества жизни по укрупненной группе «Население» /
Rating assessment of indicators of quality of life for the enlarged group "Population"

Показатель / Indicator	Наименование района / District name											
	Бессоновский	Вадинский	Земетчинский	Иссинский	Каменский	Лунинский	Мокшанский	Наровчатский	Нижнеломовский	Пачелмский	Пензенский	Спасский
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Численность населения на 1 января, чел.	7	4	9	5	12	8	10	3	11	6	1	2

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Число умерших, чел.	10	1	8	2	11	5	7	3	9	6	12	4
Число родившихся, чел.	11	5	6	10	4	7	3	9	2	4	1	8
Естественный прирост, чел.	11	2	7	3	10	4	6	5	9	1	12	8
Число прибывших, чел.	11	8	3	6	10	7	4	2	1	5	12	9
Число выбывших, чел.	2	8	6	10	3	5	4	11	12	7	1	9
Миграционный прирост, чел.	11	10	3	9	4	6	2	7	1	5	12	8
Численность детей от 1 до 6 лет, чел.	12	2	7	1	11	6	10	4	9	8	3	5

Рейтинговая оценка качества жизни населения по ряду показателей, входящих в укрупненную группу «Население», показала, что Бессоновский район имеет совокупную рейтинговую оценку, равную 75 баллам, что составляет 10 место. Наилучшая позиция в общей рейтинговой оценке принадлежит Вадинскому району.

Численность женщин на 1 января 2018–2020 гг. по всем 12 районам превалирует над численностью мужчин. Наблюдается неоднозначная динамика данных показателей в 2020 году по сравнению с 2018 годом. Коэффициент естественного прироста имеет отрицательное значение в каждом временном периоде, что свидетельствует о естественной убыли

населения в течение календарного года в результате таких процессов, как рождаемость и смертность.

Представим рейтинговую оценку качества жизни по укрупненной группе «Демографическая ситуация» в таблице 2.

Исходя из данных, представленных в таблице 2, благоприятная ситуация с увеличением (по крайней мере официально зарегистрированных) численности мужчин складывается в Пензенском районе. Наихудшее положение занимает Каменский район.

Представим рейтинговую оценку качества жизни по укрупненной группе «Качество жилья» в таблице 3.

Таблица 2 / Table 2

Рейтинговая оценка показателей обеспечения качества жизни по укрупненной группе
«Демографическая ситуация» / Rating assessment of indicators of quality of life for the enlarged group
“Demographic situation”

Показатель / Indicator	Наименование района / District name											
	Бессоновский	Вадинский	Земетчинский	Исский	Каменский	Лунинский	Мокшанский	Наровчатский	Нижнемоловский	Пачелмский	Пензенский	Спасский
Численность мужчин на 1 января, чел.	7	4	9	5	12	10	8	3	11	6	1	2
Численность женщин на 1 января, чел.	9	5	10	6	3	8	11	4	12	7	2	1
Коэффициент естественного прироста (убыли)	5	1	8	2	3	6	12	10	4	9	7	11

Таблица 3 / Table 3

Рейтинговая оценка показателей обеспечения качества жизни по укрупненной группе «Качество жилья» /
Rating assessment of indicators of quality of life for the enlarged group "Quality of housing"

Показатель / Indicator	Наименование района / District name											
	Бессоновский	Вадинский	Земетчинский	Иссинский	Каменский	Лунинский	Мокшанский	Наровчатский	Нижнеломовский	Пачелмский	Пензенский	Спасский
Общая площадь жилых помещений, тыс. кв. м	2	9	12	11	5	10	3	6	4	7	1	8
Площадь жилья, приходящаяся на 1 человека, кв. м	3	2	12	7	10	8	4	5	11	6	1	9
Число источников теплоснабжения, ед.	6	4	6	3	7	5	4	5	1	2	1	4

Рейтинговая оценка показателей обеспечения качества жизни по укрупненной группе «Качество жилья» производилось по трем составляющим: общая площадь жилых помещений, площадь жилья, приходящаяся на одного человека, число источников теплоснабжения. Наилучшие позиции по данным показателям занимают районы: Пензенский, Бессоновский, Мокшанский. Последнее, 8 место в совокупной рейтинговой оценке занимает Земетчинский район.

Число организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, так же как и число общеобразовательных организаций, ежегодно снижается. При этом доля детей в возрасте 1–6 лет, получающих дошкольную образовательную услугу и (или) услугу по их содержанию в муниципальных образовательных учреждениях, в общей численности детей в возрасте 1–6 лет неизменно растет из года в год. Число мест в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, по всем районам увеличивается, за исключением Бессоновского, Вадинского, Земетчинского, Иссинского, Мокшанского и Пензенского районов. Однако численность воспитанников, посещающих организации, осуществляющие обра-

зовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования за 2018–2020 гг. растет. В таких районах, как Бессоновский, Вадинский и Пачелмский численность воспитанников, посещающих организации, осуществляющие образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, превосходит число мест в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования.

Представим динамику показателей качества жизни по укрупненной группе «Уровень образования» в таблице 4.

Первое место в рейтинговой оценке показателей обеспечения качества жизни по укрупненной группе «Уровень образования» по совокупному значению принадлежит Наровчатскому и Пачелмскому районам, второе место – Спасскому району, третье – Пензенскому.

Результаты исследования, обсуждения

Далее на рисунке 2 представим интегральное значение оценки качества жизни населения Вадинско-Мокшанско агропочвенной зоны по четырем аспектам: население, уровень образования, качество жилья, демографическая ситуация.

Таблица 4 / Table 4

Рейтинговая оценка показателей обеспечения качества жизни по укрупненной группе «Уровень образования» /
Rating assessment of indicators of quality of life for the enlarged group "Level of education"

Показатель / Indicator	Наименование района / District name											
	Бессоновский	Вадинский	Земетчинский	Иссинский	Каменский	Лунинский	Мокшанский	Наровчатский	Нижнемоловский	Пачелмский	Пензенский	Спасский
Число организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, ед.	2	1	2	1	2	1	3	1	1	1	3	2
Число общеобразовательных организаций на начало учебного года, ед.	3	6	1	3	3	4	1	2	5	1	2	3
Доля детей в возрасте 1–6 лет, получающих дошкольную образовательную услугу и (или) услугу по их содержанию в муниципальных образовательных учреждениях, в общей численности детей в возрасте 1–6 лет, %	12	9	6	4	11	7	8	3	10	1	2	5
Число мест в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми, место	11	6	7	10	1	4	8	2	5	3	9	5
Численность воспитанников, посещающих организации, осуществляющие образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми, чел.	1	3	8	7	4	5	9	5	8	2	10	6
Численность детей, состоящих на учете для определения в дошкольные учреждения, на конец отчетного года, чел.	2	5	7	6	11	9	10	3	12	8	1	4



Рис. 2. Интегральная оценка качества жизни / Fig. 2. Integral assessment of the quality of life

Интегральная оценка качества жизни складывается из совокупной рейтинговой оценки по обобщающим показателям: население, демографическая ситуация, качество жилья и уровень образования. Первое место занимает Наровчатский район, второе – Пензенский район, третье –

Пачелмский район. Последнее место в интегральной оценке качества жизни занимает Бессоновский и Нижнеломовский районы.

Представим рейтинговую оценку 12 районов Пензенской области по качеству жизни на рисунке 3.

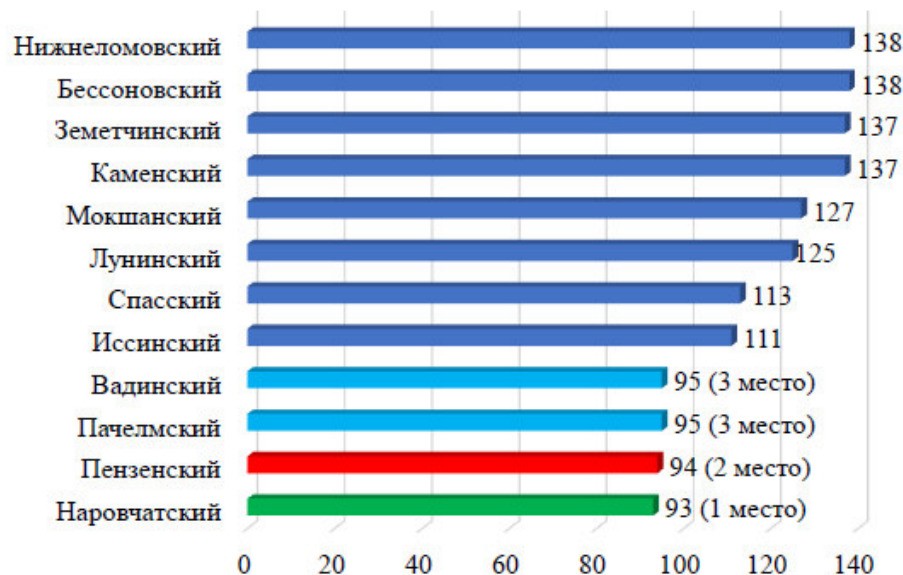


Рис. 3. Рейтинговая оценка 12 районов Пензенской области по качеству жизни /
Fig. 3. Rating assessment of 12 districts of the Penza region on the quality of life

Нижнеломовский, Бессоновский, Земетчинский и Каменский районы занимают последнее место в общей рейтинговой оценке качества жизни из всего перечня административных единиц Вадинско-Мокшанской агропочвенной зоны. Наиболее проблемные места для данных районов связаны с вопросами рождаемости, смертности и миграции. Эти вопросы стоят наиболее остро, и по данным показателям они занимает наиболее низкие позиции в общем рейтинге. Для решения назревших проблем особое внимание следует уделить вопросам увеличения продолжительности жизни населения, сокращения уровня смертности, роста рождаемости, регулирования внутренней и внешней миграции, сохранения и укрепления здоровья населения и улучшения на этой основе демографической ситуации в районах с наихудшими позициями.

Заключение

Таким образом, основным инструментом в достижении положительного результата по перечисленным выше проблемам является формирование объектов социальной инфраструктуры:

объекты здравоохранения, образования, социального обеспечения и социальной защиты населения; объекты потребительского рынка, в том числе розничной торговли, общественного питания, бытового обслуживания; объекты культуры, досуга, физической культуры и спорта; объекты кредитно-финансового, жилищно-коммунального, ритуального и похоронного обслуживания населения и иные социально значимые объекты. Уровень развития социальной инфраструктуры в значительной мере определяются степенью участия государства в решении этих проблем, однако ресурсов, которые выделяет государство, а также региональные и муниципальные бюджеты, явно недостаточно, и возникает необходимость в новых источниках финансирования. Наряду с государственной поддержкой, большая роль в решении социальных проблем должна принадлежать бизнесу, поскольку для развития самого бизнеса, несомненно, требуется развитие инфраструктуры административных единиц, жилищное и дорожное строительство, создание комфортных условий проживания, которые позволят приостановить или прекратить отток сельского населения.

1. Гурьянова Н. М., Рассыпнова Ю. Ю. Оценка социальной инфраструктуры территории размещения агробизнеса // Нива Поволжья. 2016. № 1 (38). С. 107–112.
2. Гурьянова Н. М., Бекренева Н. Н. Социальная ответственность агробизнеса и элементы ее реализации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 3. С. 18–20.
3. Гурьянова Н. М. Проблемы и основные направления повышения эффективности функционирования АПК региона в условиях глобализации и импортозамещения: монография / под ред. Гушина В. А., Сологуб И. И. [и др.]. Межотраслевой научно-информационный центр Пензенского государственного аграрного университета (МНИЦ), Пенза, 2021.
4. Кречко М. Ю. Социальная ответственность в российских организациях // Наука, образование и культура. 2015. № 3 (3). С. 19–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-otvetstvennost-v-rossiyskih-organizatsiyah> (дата обращения: 25.07.2021).
5. Лукашевич В. В., Лукашевич А. В. Социальная ответственность бизнеса в развитии малого предпринимательства в России // Вестник Национального института бизнеса. 2019. № 36.
6. Оборин М. С. Инструменты государственной поддержки агробизнеса в современных условиях // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 2. С. 167–176. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-167-176>
7. Плетнева Н. П. Социальная ответственность организаций // Методы менеджмента качества. 2012. № 2. С. 39–41. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17676717> (дата обращения: 27.07.2021).
8. Позубенкова Э. И. Бизнес-демография организаций // Сурский вестник. 2021. № 1 (13). С. 72–76.
9. Позубенкова Э. И., Гурьянова Н. М., Уланова О. И., Долгова Е. А. Стратегия развития организации в условиях угрозы ее экономической безопасности // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (66). С. 155–159.
10. Тимофеева В. И. Социальная ответственность как элемент экономической деятельности организации / Вестник Тюменского государственного университета. 2019. № 7. С. 167–169.

Статья поступила в редакцию 01.08.2021 г.; одобрена после рецензирования 12.08. 2021 г.; принята к публикации 19.10.2021 г.

Об авторах

Гурьянова Наталья Михайловна

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление, экономика и право», Пензенский государственный аграрный университет (440014 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8694-5248>, gurianova.n.m@pgau.ru

Позубенкова Эльвира Исмаиловна

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление, экономика и право», Пензенский государственный аграрный университет (440014 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), pozubenkova.e.i@pgau.ru

Рассыпнова Юна Юрьевна

доцент кафедры «Управление, экономика и право», Пензенский государственный аграрный университет (440014 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), rassypnova.y.u@pgau.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Guryanova N. M., Rassypnova Y. Y. Otsenka sotsial'noi infrastruktury territorii razmeshcheniya agrobiznesa [The assessment of social infrastructure of the territory of agribusiness allocation]. *Niva Povolzh'ya* = Volga Region Farmland, 2016, no. 1 (38), pp. 107–112. (In Russ.).
2. Guryanova N. M., Bekreneva N. N. Sotsial'naya otvetstvennost' agrobiznesa i elementy ee realizatsii [Social responsibility of agribusiness and elements of its implementation]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* = International Agricultural Journal, 2015, no. 3, pp. 18–20. (In Russ.).
3. Guryanova N. M. Problemy i osnovnye napravleniya povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya APK regiona v usloviyakh globalizatsii i importozameshcheniya [Problems and main directions of increasing the efficiency of functioning of the agro-industrial complex of the region in the context of globalization and import substitution]. Editors: Gushchina V. A., Sologub I. I. et al. Interdisciplinary Scientific Information Center of Penza State Agrarian University (MNIC), Penza, 2021. (In Russ.).
4. Krechko M. Yu. Sotsial'naya otvetstvennost' v rossiiskikh organizatsiyakh [Social responsibility in Russian organizations]. *Nauka, obrazovanie i kul'tura* = Science, Education and Culture, 2015, no. 3 (3), pp. 19–20. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-otvetstvennost-v-rossiyskih-organizatsiyah> (accessed: 25.07.2021). (In Russ.).

5. Lukashevich V. V., Lukashevich A. V. Sotsial'naya otvetstvennost' biznesa v razvitii malogo predprinimatel'stva v Rossii [Social responsibility of business in the development of small business in Russia]. *Vestnik NIB* = Bulletin of the National Institute of Business, 2019, no. 36. (In Russ.).
6. Oborin M. S. Instrumenty gosudarstvennoi podderzhki agrobiznesa v sovremennykh usloviyakh [Tools of state support of agribusiness in modern conditions]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2021, vol. 7, no. 2, pp. 167–176. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-167-176> (In Russ.).
7. Pletneva N. P. Sotsial'naya otvetstvennost' organizatsii [Social responsibility of organizations]. *Metody menedzhmenta kachestva* = Methods of Quality Management, 2019, no. 2, pp. 39–41. (In Russ.).
8. Pozubenkova E. I. Biznes-demografiya organizatsii [Business demography of organizations]. *Surskii vestnik* = Surskiy Vestnik, 2021, no. 1 (13), pp. 72–76. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17676717> (accessed: 27.07.2021). (In Russ.).
9. Pozubenkova E. I., Guryanova N. M., Ulanova O. I., Dolgova E. A. Strategiya razvitiya organizatsii v usloviyakh ugrozy ee ekonomicheskoi bezopasnosti [Strategy of the organizations development in the conditions of threats to its economic security]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2021, no. 3 (66), pp. 155–159. (In Russ.).
10. Timofeeva V. I. Sotsial'naya otvetstvennost' kak element ekonomicheskoi deyatel'nosti organizatsii [Social responsibility as an element of the economic activity of the organization]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta* = Tyumen State University Herald, 2019, no. 7, pp. 167–169. (In Russ.).

The article was submitted 01.07.2021; approved after reviewing 12.08.2021; accepted for publication 19.10.2021.

About the authors

Natalya M. Guryanova

Ph. D. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8694-5248>, gurianova.nm@pgau.ru

Elvira I. Pozubenkova

Ph. D. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), pozubenkova.e.i@pgau.ru

Yuna Yu. Rassypnova

Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Associate Professor, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), rassypnova.y.y@pgau.ru

All authors read and approved the final manuscript.

УДК 633:631.15

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-284-294

**РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ – ФАКТОР ДИНАМИЧНОГО
РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА РЕГИОНА НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ****А. А. Иванов, С. Н. Алексеева, Т. Н. Чуворкина, О. Ф. Кадыкова***Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Российская Федерация*

Аннотация. В современных условиях важнейшей задачей в сфере управления агропромышленным комплексом региона является выявление новых точек роста и конкурентных преимуществ отраслей сельского хозяйства, основанных на рациональном использовании имеющихся ресурсов. В рамках статьи проведен анализ динамики развития производства зернобобовых культур и сои за период с 1986 по 2020 гг. Результаты анализа показали существенное сокращение посевных площадей зернобобовых культур, данный негативный процесс продолжался до 2000 г., когда посевная площадь зернобобовых культур составила 21 тыс. га, или 12 % от среднего уровня 1986–1990 гг. В дальнейшем тренд изменился на положительный. В целом удельный вес зернобобовых культур в общей структуре посевных площадей сократился с 7,7 % до 2,9 %. За анализируемый период произошли существенные изменения в структуре посевных площадей зернобобовых культур, отмечена его существенная диверсификация. В 1986–1990 гг. преобладающими культурами был горох и викоовсяная смесь 86,2 и 13,1 % соответственно, то в среднем за период с 2016–2020 гг. существенно возросла доля чечевицы, люпина на зерно, нута. Кроме того, ведущей бобовой культурой в Вадинско-Мокшанской и Белинско-Сердобской зонах стала соя, общая площадь данной культуры в регионе в 2020 г. достигла 42,7 тыс. га, в то время как в 2005 г. ее посевная площадь составляла 0,54 тыс. га. Проведенный анализ производства и размещения зернобобовых культур и сои показал, что горох, чечевица и соя имеют значительный потенциал развития в Вадинско-Мокшанской и Белинско-Сердобской зонах, чечевица, горох и люпин на зерно в Белинско-Сердобской зоне, люпин на зерно, вика и викоовсяная смесь должны стать приоритетными для возделывания бобовыми культурами в Никольско-Городищенской зоне. Дальнейшее динамичное развитие производства зернобобовых культур и сои, основанное на минимизации негативного воздействия, определенных в статье экономических, агроэкологических и технологических факторов, ограничивающих расширение производства данных культур невозможно без реализации комплекса научно-производственных и организационно-экономических мероприятий, обозначенных в статье.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, соя, производство, природно-экономические зоны, эффективность, размещение, диверсификация, структура посевных площадей, севооборот

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Иванов А. А., Алексеева С. Н., Чуворкина Т. Н., Кадыкова О. Ф. Развитие производства зернобобовых культур и сои – фактор динамичного развития аграрного сектора региона на примере Пензенской области // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 284–294. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-284-294>

**DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION OF LEGUMINOUS CROPS AND SOYBEANS
IS A FACTOR OF THE DYNAMIC DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL SECTOR
OF THE REGION ON THE EXAMPLE OF THE PENZA REGION****A. A. Ivanov, S. N. Alekseeva, T. N. Suvorkina, O. F. Kadykova***Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation*

Abstract. Introduction. In modern conditions, the most important task in the field of management of the agro-industrial complex of the region is to identify new growth points and competitive advantages of agricultural industries based on the rational use of available resources. The article analyzes the dynamics of the development of the production of leguminous crops and soybeans for the period from 1986 to 2020, the results of the analysis showed a significant reduction in the sown area of leguminous crops, this negative process continued until 2000, when the sown area of leguminous crops was 21 thousand hectares or 12 % of the average level of 1986–1990. Subsequently, the trend changed to positive. In general, the share of leguminous crops in the total structure of

sown areas decreased from 7,7 % to 2,9 %. During the analyzed period, there were significant changes in the structure of the sown areas of leguminous crops, and its significant diversification took place. In 1986-1990, the predominant crops were peas and vetch-oat mixture for grain 86.2 and 13.1%, respectively, then on average for the period from 2016 to 2020, the share of lentils, lupine for grain, chickpeas increased significantly. In addition, soybeans became the leading legume crop in the Vadinsko-Mokshanskaya and Belinsko-Serdobskaya zones, the total area of this crop in the region in 2020 reached 42.7 thousand hectares, while in 2005 its sown area was 0.54 thousand hectares. The analysis of the production and placement of leguminous crops and soybeans showed that peas, lentils and soybeans have a significant development potential in the Vadinsko-Mokshanskaya and Belinsko-Serdobskaya zones, lentils, peas and lupin for grain in the Belinsko-Serdobskaya zone, lupin for grain, vetch and vetch-oat mixture should become a priority for the cultivation of legumes in the Nikolsko-Gorodishchenskaya zone. Further dynamic development of the production of leguminous crops and soybeans, based on minimizing the negative impact of the economic, agroecological and technological factors identified in the article that limit the expansion of production of these crops, is impossible without the implementation of a set of scientific, production and organizational and economic measures outlined in the article.

Keywords: leguminous crops, soybeans, production, natural and economic zones, efficiency, placement, diversification, structure of sown areas, crop rotation.

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Ivanov A. A., Alekseeva S. N., Suvorkina T. N., Kadykova O. F. Development of the production of leguminous crops and soybeans is a factor of the dynamic development of the agricultural sector of the region on the example of the Penza region. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 284–294. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-284-294>

Введение

В современном аграрном производстве роль зернобобовых культур и сои с каждым годом возрастает, аналогичные процессы характерны и для отрасли растениеводства Пензенской области. Этому способствует: стремление населения к здоровому питанию, рост спроса на бобовые культуры со стороны предприятий пищевой промышленности; развитие отрасли животноводства в Российской Федерации, сопровождающееся значительным увеличением поголовья в птицеводстве и свиноводстве. Кроме того, внедрение в производство новых высокоурожайных, характеризующихся различными, сроками созревания сортов и гибридов бобовых культур, расширит ареалы распространения их возделывания и повысит эффективность производства. С учетом данных процессов производство бобовых культур может явиться одной из ключевых точек роста регионального аграрного сектора и биологизации земледелия.

Целью исследований является проведение анализа динамики развития производства зернобобовых культур и сои на территории Пензенской области с учетом зональных особенностей и

определение потенциала развития производства данных культур.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования рассматривали состояние и динамику развития производства зернобобовых культур и сои на территории Пензенской области. Методы исследования – монографический, экономико-статистический, абстрактно-логический, балансовый, метод анализа.

При анализе современного состояния производства зернобобовых культур и сои целесообразно учитывать почвенно-климатические и экономические особенности 4 зон, выделяемых в регионе (табл. 1).

В период с 1986–1990 гг. посевные площади зернобобовых культур в Пензенской области достигали 175 тыс. га (табл. 2), в общей структуре посевных площадей на долю зернобобовых культур и сои приходилось 7,7 %, в структуре зернового клина 12,5 %. В условиях 90-х годов XX века и начала 2000 годов спрос на зернобобовые культуры со стороны предприятий комбикормовой промышленности и животноводческих предприятий в связи с сокращением поголовья сельскохозяйственных животных неуклонно падал.

Таблица 1 / Table 1

Природно-экономические зоны Пензенской области / Natural and economic zones of the Penza region

Природно-экономические зоны / Natural and economic zones	Количество муниципальных районов / Number of municipal districts	Удельный вес в площади сельскохозяйственных угодий от областного уровня, % / Share in the area of agricultural land from the regional level, %	Балльная оценка пашни по продуктивности / Score of arable land for productivity	Период активной вегетации растений, дней / The period of plants active vegetation, days	Количество осадков за вегетационный период, мм / Amount of precipitation during the growing season, mm
Вадинско-Мокшанская	12	50,4 %	29,4 до 24,2	136–142	250–280
Белинско-Сердобская	7	26,8 %	37,0 до 28,7	138–144	230–240
Никольско-Городищенская	3	5,3 %	19,0 до 15,0	135	250–280
Кузнецко-Лопатенская	5	17,5	25,8 до 24,0	138–144	210–220

Произошли и существенные изменения в структуре зернобобового клина, в период с 1986 г. По 1990 г. удельный вес гороха достигал 86,2 %, вики и викоовсяной смеси, используемой исключительно на корм скоту – 13,11 %. Остальные бобовые культуры существенной роли в производстве не играли (табл. 3). В период с 2005 г. по 2009 г. в структуре зернобобового клина Пензенской области резко возросла роль кормовых бобов до 22 %, пиком их производства стали 2005–2007 гг., когда посевные площади данной культуры возросли с 4,8 тыс. га в 2005 г. до 11,9 тыс. га, затем тренд их производства стал резко отрицательным, и к 2020 г. кормовые бобы в Пензенской области возделывались лишь в Вадинском районе на площади 40 га.

Кратковременный рост производства кормовых бобов в период с 2005 по 2017 гг. в реги-

оне был обусловлен спросом на данную культуру со стороны перерабатывающих предприятий соседних регионов, на внутриобластном рынке данная культура оказалась невостребованной [1].

В то же время в период с 2015 г. по 2020 г. в структуре зернобобового клина увеличилась доля продовольственных культур: чечевицы, фасоли, нута, получило определенное развитие производство люпина на зерно [2; 6].

Горох – традиционная для Пензенской области зернобобовая культура, возделываемая практически на всей территории региона, исключение в настоящее время составляют лишь Никольский и Сосновоборский районы Никольско-Городищенской зоны, где ключевым ограничивающим фактором производства гороха является низкое плодородие почв.

Таблица 2 / Table 2

Динамика посевных площадей и валовых сборов зерновых, зернобобовых культур и соев в Пензенской области / Dynamics of sown areas and gross harvests of grain, leguminous crops and soybeans in the Penza region

Показатели / Indicators	1986–1990 гг.	2005–2009 гг.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2015–2020 гг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посевная площадь всего, тыс. га	2287,0	1262,5	1339,8	1378,8	1380,8	1418,1	1453,3	1394,1
в том числе:								
зерновых культур	1230,7	721,9	684,3	677,5	664,0	761,6	815,9	720,7
зернобобовых культур	175,6	29,9	29,0	43,9	53,5	38,8	34,6	39,9
из них:								
– горох	151,4	9,5	17,4	25,5	29,2	27,5	25,6	25,1
– чечевица	1,1	0,3	3,1	9,1	16,1	6,1	3,5	7,6
– кормовые бобы	0,05	6,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
– вика и викоовсяные смеси	23,0	13,6	2,5	1,9	1,0	0,8	1,8	1,6
– люпин на зерно	0,1	0,04	2,8	2,3	2,3	3,2	2,6	2,7
– фасоль			0,0	0,3	0,3	1,0	1,1	0,5
– нут			2,7	4,9	4,4	0,2	0,0	2,4
Посевная площадь сои, тыс. га	2,4	0,1	17,8	32,7	26,9	27,9	42,7	29,6
Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур, тыс. тонн	1848,7	1183,0	1943,9	2370,4	1744,6	1856,8	3221,7	2227,5
в том числе:								
валовой сбор зернобобовых культур, тыс. тонн	157,9	30,6	51,3	89,5	26,9	37,6	66,9	54,4
из них:								
горох	137,7	14,3	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7
Валовой сбор сои, тыс. тонн	0,26	0,1	26,8	37,6	26,9	37,6	66,9	39,2

Таблица 3 / Table 3

**Изменение доли зернобобовых культур и сои в структуре посевных площадей Пензенской области, % /
Change in the share of leguminous crops and soybeans in the structure of sown areas in the Penza region, %**

Показатели / Indicators	1986–1990 гг.	2005–2009 гг.	2015–2020 гг.
1	2	3	4
Посевная площадь зернобобовых культур, всего	100	100	100
в том числе:			
горох	86,20	31,6	62,7
чечевица	0,64	0,9	19,0
кормовые бобы	0,03	21,99	0,17
вика и викоовсяные смеси	13,11	45,3	4,0
люпин на зерно	0,03	0,1	6,7
фасоль			1,4
нут			6,1
Удельный вес зернобобовых культур в общей посевной площади	7,68	2,37	2,87
Удельный вес зернобобовых культур в структуре зернового клина	12,49	3,98	5,25
Удельный вес сои в общей посевной площади	0,003	0,01	2,12

Горох является культурой двойного назначения, он возделывается как для продовольственных целей, так и для производства комбикормов. Сокращению производства гороха в области способствует сокращение спроса со стороны комбикормовой промышленности в период с 1990 по 2005 гг. и слабое развитие на территории области его переработки и продвижение на продовольственном рынке. Среди биологических факторов расширению производства гороха во многом препятствует появление карантинного вредителя бродяжки, завезенного с семенами из других регионов, а также распространение новых агрессивных рас ржавчины, против которых многие современные системы защиты растений недостаточно эффективны. Тем не менее горох имеет значительный потенциал роста производства в условиях Пензенской области, в период с 2016 по 2020 гг. посевные площади данной культуры устойчиво варьируют на уровне 29–25 тыс. га.

Чечевица – традиционная для Пензенской области зернобобовая культура. На базе Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства (в настоящее время являющегося обособленным подразделением Пензенский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (г. Тверь)) и его структурного подразделения «Петровская» селекционно-опытная станция велась успешная работа по селекции и семеноводству данной культуры, а также по технологии ее производства, адаптированной к условиям региона. Были выведены и внедрены в производство следующие высокоурожайные (до 20–30 ц с 1 га) сорта чечевицы: Петровская 4/105, Пензенская 14, Петровская зеленозерная, Петровская юбилейная, Петровская 6, Веховская [9]. В условиях относительно низких цен на зерно пшеницы в 2016–2018 гг. многие сельскохозяйственные товаропроизводители начали активно внедрять в севообороты новые зерновые и зернобобовые культуры, востребованные на рынке, благодаря чему в 2017–2018 гг. посевные площади чечевицы достигли максимальных показателей за последние 35 лет. В последующий период наблюдалось снижение посевных площадей данной культуры. Одной из причин такой ситуации является отсутствие опыта ее производства у многих сельскохозяйственных товаропроизводителей, что при нарушении технологии возделывания и неблагоприятных погодных условиях приводило к низким урожаям.

Об этом свидетельствует достаточно низкая урожайность данной культуры в среднем по Пензенской области в 2018 г. – 7,8 ц с 1 га, в 2019 г. – 9,3 ц с 1 га, в 2020 г. – 10,1 ц с 1 га.

В то же время в 2018 г. в хозяйствах Неверкинского района урожайность чечевицы достигала 14,6 ц с 1 га, Вадинского района – 17,7 ц с 1 га, что говорит о возможности получения высоких урожаев данной культуры при правильной агротехнике. Производство чечевицы традиционно сконцентрировано в хозяйствах Кузнецко-Лопатинской зоны (табл. 4), где в среднем за 2016–2020 гг. было сосредоточено 60 % посевной площади и 56 % валовых сборов данной культуры. В целом с учетом почвенно-климатических условий чечевицу возможно успешно возделывать в трех наиболее крупных зонах Пензенской области, за исключением основной части Никольско-Городищенской зоны.

Нут является новой культурой для Пензенской области. Пиком его производства стали 2017–2018 гг., когда его посевные площади достигали 4,9 и 4,4 тыс. га соответственно. Основное производство нута было сконцентрировано в Кузнецко-Лопатинской зоне (табл. 4). Сокращение его производства в 2019 г. и полный отказ от возделывания культуры в 2020 г. обусловлены прежде всего спросом на рынке, а также отсутствием адаптированной технологии его производства с учетом зональных особенностей региона [10].

Одним из ключевых негативных факторов, влияющих на внедрение в производство нута, в регионе является возможность выпадения обильных осадков в период его уборки, что приводит к резкому снижению качества зерна или полной потере урожая. В то же время, учитывая положительный опыт возделывания данной культуры в соседней Саратовской области, производство нута можно рекомендовать в южных районах Кузнецко-Лопатинской зоны в целях диверсификации зернобобового клина этой зоны.

Производство фасоли в промышленных масштабах получило локальное развитие в Пензенской области начиная с 2017 г., когда посевные площади данной культуры в Лопатинском районе Кузнецко-Лопатинской зоны достигли 0,25 тыс. га. К 2020 году ее производство переместилось в хозяйства Мокшанского района Вадинско-Мокшанской зоны с доведением посевных площадей до 1,1 тыс. га. Валовой сбор

фасоли в 2020 г. составил 11,0 тыс. тонн. Развитие производства данной культуры связано с приходом в регион ряда турецких компаний, специализирующихся на производстве продукции растениеводства, в том числе для поставок в Турцию. Значительного потенциала для расширения производства фасоли в условиях региона не имеет, в том числе из-за отсутствия адаптированных к условиям области сортов и технологии возделывания. В то же время при развитии экспорта данной культуры и отработки технологии ее возделывания фасоль может занять определенное место севооборотах региона.

Производство сои на зерно в Пензенской области осуществлялось еще в 1986–1990 гг., посевные площади данной культуры в регионе не превышали 3 тыс. га, а опыт ее возделывания был преимущественно негативным. Так, в 1990 г. посевная площадь данной культуры составила 2,5 тыс. га, при этом списано из-за гибели посевов было порядка 70 % площади, средняя урожайность не превышала 3 ц с 1 га.

Интерес сельскохозяйственных товаропроизводителей региона к данной культуре стал постепенно возрождаться с 2005 г. в связи со следующими факторами: ростом спроса на данную культуру со стороны перерабатывающих предприятий России, в первую очередь группы компаний ЭФКО; реализацией на территории Пензенской области крупных инвестиционных проектов в сфере животноводства ГК «Дамате» (производство индейки) и ГК «Черкизово» (промышленное свиноводство, производство кур бройлеров), что привело к росту спроса на соевые бабы для целей кормопроизводства; внедрение в производство скороспелых и раннеспелых сортов сои для формирования качественного урожая; ростом спроса на сою на международном рынке [7].

В результате сложившейся благоприятной конъюнктуры рынка, на территории региона посевные площади сои возросли с 0,5 тыс. га в 2009 г. до 17,8 тыс. га в 2016 г., или в 33 раза, к 2020 г. данная культура возделывалась на площади в 42,7 тыс. га. В 2020 г. объем производства сои достиг рекордных для региона 66,9 тыс. тонн, что выше уровня 2019 г. в 1,8 раза. Средняя урожайность данной культуры в 2020 г. составила 16 ц с 1 га, рентабельность достигла 40 %, прибыль в расчете на 1 га в среднем составила – 12,7 тыс. руб.

В Приволжском Федеральном округе Пензенская область входит в тройку лидеров по объему производства сои: Самарская, Саратовская и Пензенская области. По итогам 2020 г. регион переместился с третьего на первое место по объему производства данной культуры в Приволжском Федеральном округе.

В настоящее время основное производство сои сосредоточено в Вадинско-Мокшанской зоне в среднем за 2016–2020 гг. сосредоточено 53 % производства сои и 58 % посевных площадей данной культуры в регионе. Второй по концентрации производства сои является Белинско-Сердобская зона, в которой в среднем за 2016–2020 гг., сосредоточено 40 % посевных площадей и 46 % валового производства данной культуры. В районах Кузнецко-Лопатинской зоны производство сои не носит устойчивого характера, так, в 2017 г. посевы данной культуры составляли в 5 районах 1,2 тыс. га, в 2018 г. сою в рассматриваемой зоне не сеяли, а в 2020 г. в 2-х районах посевные площади сои составили 1,1 тыс. га. Важным фактором, препятствующим развитию производства сои в Кузнецко-Лопатинской зоне, является неравномерный уровень выпадения осадков и сравнительно частые весенние засухи по сравнению с Вадинско-Мокшанской и Белинско-Сердобской зонами, что негативно отражается на развитии сои и формировании урожая бобов.

Следует подчеркнуть, что в условиях Пензенской области существуют определенные риски возделывания сои, в первую очередь связанные с неравномерностью выпадения осадков, что на определенных стадиях вегетации сои (в период цветения и налива бобов) может привести к резкому снижению урожайности (данный фактор наиболее ощутим в Кузнецко-Лопатинской зоне). Кроме того, соя достаточно требовательна к уровню плодородия почвы, что в совокупности с вышеперечисленными факторами делает нецелесообразным ее производство в условиях Никольско-Городищенской зоны.

Таким образом, соя имеет значительный потенциал увеличения посевных площадей в районах Вадинско-Мокшанской и Белинско-Сердобской зон региона, а также интенсификации ее производства за счет повышения средней урожайности с 16–18 ц с 1 га до 20–25 ц с 1 га на основе внедрения в производство технологии производства и сортов сои, наиболее адаптированных к почвенно-климатическим условиям Пензенской области.

Таблица 4/ Table 4

Размещение производства зернобобовых и бобовых технических культур (сои)
по природно-климатическим зонам Пензенской области (данные приведены в среднем за 2016–2020 гг.) /
Placement of production of leguminous and leguminous industrial crops (soybeans) by natural
and climatic zones of the Penza region (data are given on average for 2016–2020)

Показатели / Indicators	Вадинско- Мокшанская зона / Vadinsko- Mokshanskaya zone		Белинско-Сердобская зона / Belinsko- Serdobskaya zone		Никольско- Городищенская зона / Nikolsko- Gorodishenskaya zone		Кузнецко- Лопатинская зона / Kuznetsko- Lopatinskaya zone	
	Посевные площади, тыс. га / Area, thousand hectares	Валовые сборы, тыс. тонн / Gross har- vest, thou- sand tons	Посевные площади, тыс. га / Area, thousand hectares	Валовые сборы, тыс. тонн / Gross har- vest, thou- sand tons	Посевные площади, тыс. га / Area, thousand hectares	Валовые сборы, тыс. тонн / Gross har- vest, thou- sand tons	Посевные площади, тыс. га / Area, thousand hectares	Валовые сборы, тыс. тонн / Gross har- vest, thou- sand tons
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посевные площади, всего	631,09	-	501,60	-	63,86	-	197,58	-
Зерновые и зернобобовые	359,05	1084,4	289,84	916,70	17,34	33,76	94,38	192,67
в том числе:								
зернобобовые	17,63	27,18	12,39	23,39	0,82	1,34	9,10	9,05
из них:								
-горох	12,47	20,93	9,41	20,34	0,38	0,56	2,80	3,21
-чечевица	1,02	0,97	1,92	2,00	0,12	0,11	4,51	4,17
-кормовые бобы	0,08	0,09	-	-	-	-	-	-
-вика и викоовсяные смеси	1,03	1,97	0,19	0,30	0,18	0,50	0,21	0,28
-люпин на зерно	2,08	2,40	0,36	0,45	0,15	0,21	0,06	0,07
-фасоль	0,42	0,47					0,12	0,09
-нут	0,53	0,35	0,50	0,32			1,39	1,27
Соя	17,08	20,76	11,88	17,88			0,61	0,49
Удельный вес в струк- туре посевных площа- дей:								
Зернобобовых культур	2,79	-	2,47	-	1,29	-	4,60	-
Сои	2,71	-	2,37	-	-	-	0,31	-

Валовое производство люпина в России в 2020 г. составило 103,7 тыс. тонн, в 2019 г. – 166,3 тыс. тонн. Основное производство люпина в РФ с учетом почвенно-климатических условий, сосредоточено в Центральном – Федеральном округе (91 %). В Пензенской области выращивание люпина на зерно получило развитие в период с

2011 по 2020 гг. этому способствовало внедрение в производство безалкалоидных сортов люпина, востребованных в кормопроизводстве.

Посевные площади данной культуры возросли с 80 га в 2009 г. до 2,6 тыс. га в 2020 г. Тем не менее основным для люпина и более успешным конкурентом на рынке кормовых культур является

сои. Преимуществом люпина является то, что хорошие урожаи люпина можно получать на легких супесчаных и светло-серых лесных почвах, в том числе с повышенной кислотностью, где возделывание других бобовых культур практически невозможно. В связи с этим люпин на зерно является приоритетной товарной зернобобовой культурой для Никольско-Городищенской зоны. Кроме того, люпин обладает уникальными агроэкологическим потенциалом, являясь хорошим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур, и при благоприятных условиях симбиоза за год количество азота, фиксируемого на 1 га, может достигать 300 кг, что на 30–50 % больше, чем у других зернобобовых культур [4].

Результаты

На основании проведенного анализа, определен комплекс мероприятий, направленный на развитие производства бобовых культур. Данный комплекс включает 2 блока: научно-производственный и организационно-экономический.

1. Научно-производственный блок.

Научно-производственный блок мероприятий должен основываться на создании системы семеноводства и апробирования, внедрения адаптированной технологии производства различных видов бобовых культур с учетом почвенно-климатических и экономических условий четырех зон области при поддержке и в тесном взаимодействии с правительством Пензенской области.

Данная работа должна быть систематизирована и скоординирована на базе областного научно-производственного центра зернобобовых и бобовых технических культур, объединяющего научные учреждения региона, организации, имеющие статус семеноводческих хозяйств, а также компании, осуществляющие поставку на региональный рынок семена бобовых культур, средства защиты растений и сельскохозяйственную технику.

Координатором данной работы и основой регионального научно-производственного центра в условиях Пензенской области может стать ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет». Региональный научно-производственный центр может иметь следующую структуру, включающую:

- научно-исследовательскую лабораторию, специализирующуюся на воспроизводстве ори-

гинального семенного материала чечевицы, люпина, сои, гороха, нута, фасоли, сотрудничающую с научно-исследовательскими институтами, специализирующимися на селекции и семеноводстве данных культур в соответствии с нормами действующего законодательства, регулирующими семеноводство и защищающими авторские права;

- учитывая десятилетиями наработанные материалы по селекции чечевицы в Пензенской области на базе расположенного в Лунинском районе Пензенской области обособленного подразделения Пензенский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (г. Тверь), целесообразно развивать селекционный центр чечевицы, основным направлением которого должно стать сохранение существующих сортов местной селекции, а также выведение новых сортов чечевицы с качественными характеристиками, востребованными на продовольственных рынках России, Европы и стран Ближнего Востока;

- центр по внедрению в производство адаптивных технологий бобовых культур с учетом почвенно-климатических особенностей региона, работающий в тесном взаимодействии с сельскохозяйственными товаропроизводителями региона, специализирующимися на производстве тех или иных бобовых культур, а также крупными компаниями, реализующими семена бобовых культур, средства защиты растений и технику;

- непосредственное размножение семян высоких репродукций с последующей их реализацией на региональном рынке семян и поставками за пределы региона целесообразно организовать на базе существующих в Пензенской области сельскохозяйственных предприятий, имеющих статус семеноводческих хозяйств.

2. Организационно-экономический блок.

Основой организационно-экономического блока мероприятий может стать создание ассоциации производителей зернобобовых культур и сои. Основные задачи ассоциации:

- изучение спроса на рынке зернобобовых культур и продукции их переработки Российской Федерации, стран СНГ и дальнего зарубежья;

- поиск и юридическое сопровождение оформления взаимовыгодных договорных отношений между региональными сельскохозяйственными товаропроизводителями и крупными покупателями в лице перерабатывающих

предприятий и трейдеров на рынке зернобобовых культур и сои;

– формирование экспортных партий зернобобовых культур и организация их логистики до конечных пунктов поставки;

– организация участия пензенских товаропроизводителей бобовых культур в отраслевых выставках и ярмарках, как в пределах Российской Федерации, так и за рубежом;

– создание регионального предприятия по предпродажной подготовке (на первом этапе) фасовки продовольственных зернобобовых культур для непосредственной поставки на распределительные центры российских торговых сетей, прежде всего горох, чечевицу;

– координация работы и привлечение внебюджетного финансирования для реализации

научно-исследовательских и научно-производственных программ регионального научно-производственного центра зернобобовых и бобовых технических культур.

Заключение

В заключение можно отметить, анализ современного состояния развития производства зернобобовых и технических бобовых культур в условиях Пензенской области показал, что горох, чечевица, люпин и соя имеют значительный потенциал развития производства и являются востребованными на рынке. Расширение их производства может создать благоприятные условия по увеличению доли зернобобовых в общей посевной площади региона до оптимальных 8–10 %.

1. Алексеева С. Н., Волкова Г. А. Формирование стратегии инновационного развития растениеводства // Нива Поволжья. 2019. № 4 (53). С. 57–64. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41514534> (дата обращения: 08.06.2021).

2. Алексеева С. Н., Савватеева С. А. Направления стратегии развития растениеводства // Нива Поволжья. 2018. № 3 (48). С. 2–9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35557227> (дата обращения: 05.06.2021).

3. Алтухов А. И. Научные основы разработки схемы размещения и специализации сельскохозяйственного производства: время новое, а проблемы старые // Экономика сельского хозяйства. 2018. № 5. С. 2–9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41434547> (дата обращения: 10.06.2021).

4. Беляк В. Б., Тимошкин О. А. Совершенствование набора культур и структуры кормовых угодий для мясного скота в лесостепной зоне // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 1. С. 49–52. DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-11013>

5. Варламова М. Г. Влияние способов посева на продуктивность сортов чечевицы // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации / под общей редакцией С. Ф. Сухановой. Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева. Лесниково. 2016. С. 136–138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28334460> (дата обращения: 14.06.2021).

6. Куленцан А. Л., Марчук Н. А. Исследование и анализ влияния эффективности производства зерновых и зернобобовых культур // Синергия наук. 2019. № 42. С. 113–122. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42625605> (дата обращения: 12.06.2021).

7. Сидоренко О. В. Экономическое обоснование зонального размещения производства зерновых культур в зависимости от природно-климатических условий региона // Вестник аграрной науки. 2018. № 1 (70). С. 81–87. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32521346> (дата обращения: 09.06.2021).

8. Силаева Л. П., Алексеева С. Н., Харитонов Т. В. Уровень продовольственной безопасности и методика ее оценки // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 7. С. 42–46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroven-prodovolstvennoy-bezopasnosti-i-metodika-ee-otsenki> (дата обращения: 16.06.2021).

9. Хохоева Н. Т. Продуктивность зернобобовых культур в зависимости от норм высевы // Проблемы внедрения результатов инновационных разработок (сборник статей Международной научно-практической конференции). Пенза. 2016. С. 43–45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26204304> (дата обращения: 03.06.2021).

10. Шурыгин А. В. Технология возделывания нута // Фермер. Поволжье. 2017. № 6 (59). С. 48–49. URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34526969> (дата обращения: 17.06.2021).

Статья поступила в редакцию 27.06.2021 г.; одобрена после рецензирования 05.08.2021 г.; принята к публикации 17.08.2021 г.

Об авторах

Иванов Александр Александрович

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление, экономика и право», Пензенский государственный аграрный университет (440014 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0445-3301>, ivanov.a.a@pgau.ru

Алексеева Светлана Николаевна

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление, экономика и право», Пензенский государственный аграрный университет (440014 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4414-5546>, alekseeva.s.n@pgau.ru

Чуворкина Татьяна Николаевна

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление, экономика и право», Пензенский государственный аграрный университет (440014 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7656-9365>, chuvorkina.t.n@pgau.ru

Кадыкова Оксана Федоровна

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление, экономика и право», Пензенский государственный аграрный университет (440014 Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9907-1508>, kadykova.o.f@pgau.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Alekseeva S. N., Volkova G. A. Formirovanie strategii innovatsionnogo razvitiya rastenievodstva [Formation of the strategy of crop production innovative development]. *Niva Povolzh'ya* = Volga Farm Land, 2019, no. 4 (53), pp. 57–64. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41514534> (accessed: 08.06.2021). (In Russ.).
2. Alekseeva S. N., Savvateeva S. A. Napravleniya strategii razvitiya rastenievodstva [Directions of the strategy of plant production development]. *Niva Povolzh'ya* = Volga Farm Land, 2018, no. 3 (48), pp. 2–9. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35557227> (accessed: 05.06.2021). (In Russ.).
3. Altukhov A. I. Nauchnye osnovy razrabotki skhemy razmeshcheniya i spetsializatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva: vremya novoe, a problemy starye [Scientific bases of the development of the scheme of placement and specialization of agricultural production: the time is new, and the problems are old]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva* = Economics of Agriculture, 2018, no. 5, pp. 2–9. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41434547> (accessed: 10.06.2021). (In Russ.).
4. Belyak V. B., Timoshkin O. A. Sovershenstvovanie nabora kul'tur i struktury kormovykh ugodii dlya myasnogo skota v lesostepnoi zone [Improving the mix of cultures and structures of forage lands for beef cattle in the forest-steppe zone]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* = International Agricultural Journal, 2019, no. 1, pp. 49–52. (In Russ.). DOI: 10.24411/2587-6740-2019-11013
5. Varlamova M. G. Vliyaniye sposobov poseva na produktivnost' sortov chechevitsy [The influence of sowing methods on the productivity of lentil varieties]. *Razvitie nauchnoi, tvorcheskoi i innovatsionnoi deyatel'nosti molodezhi (materialy VIII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchennykh: pod obshchei redaktsiei S.F. Sukhanovoi)* = Development of scientific, creative and innovative activity of the youth (materials of the VIII All-Russian scientific and practical conference of young scientists: under the general editorship of S. F. Sukhanova), Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, Lesnikovo, 2016, pp. 136–138. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28334460> (accessed: 14.06.2021). (In Russ.).
6. Kulentsan A. L., Marchuk N. A. Issledovanie i analiz vliyaniya effektivnosti proizvodstva zernovykh i zernobobovykh kul'tur [Study and analysis the effect of the efficiency of production of grain and leguminous crops]. *Sinergiya nauk* = Synergy of Science, 2019, no. 42, pp. 113–122. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42625605> (accessed: 12.06.2021). (In Russ.).
7. Sidorenko O. V. Ekonomicheskoe obosnovanie zonal'nogo razmeshcheniya proizvodstva zernovykh kul'tur v zavisimosti ot prirodno-klimaticheskikh uslovii regiona [Economic justification of zonal placement of grain crop production depending on natural and climatic conditions of the region]. *Vestnik agrarnoi nauki* = Bulletin of Agrarian Science, 2018, no. 1 (70), pp. 81–87. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32521346> (accessed: 09.06.2021). (In Russ.).
8. Silaeva L. P., Alekseeva S. N., Kharitonova T. V. Uroven' prodovol'stvennoi bezopasnosti i metodika ee otsenki [Level of food security and method of its evaluation]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = Bulletin of Kursk State Agricultural Academy, 2016, no. 7, pp. 42–46. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroven-prodovolstvennoy-bezopasnosti-i-metodika-ee-otsenki> (accessed: 16.06.2021). (In Russ.).
9. Khokhueva N. T. Produktivnost' zernobobovykh kul'tur v zavisimosti ot norm vyseva [Productivity of leguminous crops depending on seeding rates]. *Problemy vnedreniya rezul'tatov innovatsionnykh razrabotok (sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii)* = Problems of implementing the results of innovative developments: collection of articles of the International scientific and practical conference, Penza, 2016, pp. 43–45. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26204304> (accessed: 03.06.2021). (In Russ.).
10. Shurygin A. V. Tekhnologiya vozdevlyvaniya nuta [Chickpea cultivation technology]. *Fermer. Povolzh'e* = Farmer. Volga Region, 2017, no. 6 (59), pp. 48–49. Available at: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34526969> (accessed: 17.06.2021). (In Russ.).

The article was submitted 27.06.2021; approved after reviewing 05.08.2021; accepted for publication 17.08.2021.

About the authors**Alexander A. Ivanov**

Ph. D. (Economics), Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0445-3301>, ivanov.a.a@pgau.ru

Svetlana N. Alekseeva

Ph. D. (Economics), Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4414-5546>, alekseeva.s.n@pgau.ru

Tatyana N. Chuvorkina

Ph. D. (Economics), Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7656-9365>, chuvorkina.t.n@pgau.ru

Oksana F. Kadykova

Ph. D. (Economics), Associate Professor of the Department of Management, Economics and Law, Penza State Agrarian University (30 Botanicheskaya St., Penza 440014, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9907-1508>, kadykova.o.f@pgau.ru

All authors read and approved the final manuscript.

УДК 336.1

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-295-300

ВНЕДРЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ФИНАНСОВОГО МЕНЕДЖМЕНТА В СФЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

М. В. Казаковцева

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. *Введение.* Одной из важнейших предпосылок для обеспечения стабильного экономического роста и создания условий обеспечения бюджетной устойчивости субъектов РФ становится внедрение методов риск-ориентированного финансового менеджмента в практику государственного управления. *Целью* исследования является формулировка основных принципов построения эффективной системы риск-ориентированного государственного финансового менеджмента, систематизация и развитие этапов управления бюджетными рисками, выявление методов управления бюджетными рисками. *Материалы и методы.* В работе сформулированы и раскрыты основные принципы построения эффективной системы государственного финансового менеджмента, обоснованы мероприятия интеграции финансового менеджмента и риск-ориентированного подхода в бюджетную систему субъектов Российской Федерации. *Результаты исследования, обсуждения.* Исследование форм и методов внедрения риск-ориентированного финансового менеджмента в практику государственного управления позволяет обеспечить эффективность управленческих решений по распределению финансовых ресурсов бюджета субъекта Российской Федерации, результативность использования бюджетных ресурсов, направляемых на финансирование оказания государственных услуг. *Заключение.* Полноценное внедрение риск-ориентированного финансового менеджмента в практику государственного управления позволяет обеспечить эффективность управленческих решений по распределению финансовых ресурсов бюджета субъекта РФ, результативность использования бюджетных ресурсов, направляемых на финансирование оказания государственных услуг.

Ключевые слова: финансовый менеджмент, риск-ориентированный подход, государственное управление, бюджет субъектов РФ, финансовые инструменты, методы

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Казаковцева М. В. Внедрение риск-ориентированного финансового менеджмента в сфере государственного управления // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 295–300. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-295-300>

IMPLEMENTATION OF RISK-BASED FINANCIAL MANAGEMENT IN PUBLIC ADMINISTRATION

M. V. Kazakovtseva

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. *Introduction.* One of the most important prerequisites for ensuring stable economic growth and creating conditions for ensuring the budgetary stability of the constituent entities of the Russian Federation is the introduction of risk-oriented financial management methods into public administration practice. *Research objective* is to formulate the basic principles of building an effective system of risk-oriented state financial management, systematize and develop the stages of budgetary risk management, and identify methods of budgetary risk management. *Materials and methods.* The work formulated and disclosed the basic principles of building an effective state financial management system, justified measures for integrating financial management and a risk-based approach into the budget system of the constituent entities of the Russian Federation. *Research results, discussion.* The study of forms and methods of introducing risk-oriented financial management into the practice of public administration allows ensuring the effectiveness of management decisions on the distribution of financial resources of the budget of the constituent entity of the Russian Federation, the effectiveness of using budget resources allocated for financing the provision of public services. *Conclusion.* The full implementation of risk-oriented financial management in public administration practice makes it possible to ensure the effectiveness of management decisions on the distribution of financial resources of the budget of the constituent entity of the Russian Federation, the effectiveness of using budget resources allocated to finance the provision of public services.

Keywords: financial management, risk-oriented approach, public administration, budget of the constituent entities of the Russian Federation, financial instruments, methods.

The author declares no conflict of interests.

For citation: Kazakovtseva M. V. Implementation of risk-based financial management in public administration. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 295–300. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-294-300>

Введение

Осуществляемая в последние годы в Российской Федерации бюджетная реформа уже привела к внедрению в практику государственного управления многих инструментов финансового менеджмента: среднесрочное планирование, результативное бюджетирование, ведомственные целевые программы, доклады о результатах и основных направлениях деятельности субъектов бюджетного планирования, мониторинг качества финансового менеджмента. Каждый из этих инструментов способствует повышению эффективности использования бюджетных средств. На сегодняшний момент актуальным вопросом становится совершенствование системы государственного финансового контроля на основе внедрения инновационного подхода и метода управления – риск-ориентированное планирование внутреннего финансового контроля [8, с. 41].

Материалы и методы исследования

На сегодняшний момент риск-ориентированный подход к государственному контролю в Российской Федерации опирается на Федеральный закон от 31 июля 2020 г. N 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».

В основе риск-ориентированного планирования лежат методы, взятые из системы корпоративного управления. Благодаря этому государственное управление становится менеджмент-ориентированным. Необходимо отметить, что риск-ориентированный подход не прост в применении. Эффективная реализация риск-ориентированного подхода – сложная в организационном аспекте задача. Основная сложность, которая является потенциальным недостатком риск-ориентированного подхода, проявляется в неопределенности того, кто и каким образом

должен устанавливать категорию риска и класс опасности. В итоге, при применении риск-ориентированного подхода решения зачастую основываются на профессиональном суждении, т.е. зависят не только от установленных правил, но и от опыта, профессионализма и мотивированности оценивающего. Критерии отнесения объектов государственного контроля к категориям риска должны учитывать вероятность несоблюдения юридическими лицами обязательных требований и тяжесть потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами обязательных требований [3, с. 13].

Правильный учет рисков и максимально возможное уменьшение ущерба, смещение акцентов контрольно-надзорной деятельности с проведения проверок на мониторинг состояния дел на контролируемом объекте, сбор информации о нем являются позитивной сутью риск-ориентированного подхода. Полагаем, что целесообразным является поэтапное внедрение риск-ориентированного подхода при организации государственного контроля (надзора) и апробация в отдельных органах исполнительной власти субъектов РФ [1].

Схематично систему управления бюджетными рисками можно представить в виде следующих этапов, представленных на рисунке [6, с. 56].

Предлагаем более подробно рассмотреть данные этапы.

1. Идентификация рисков. В процессе управления бюджетными рисками идентификация должна проводиться постоянно на стадии бюджетирования на следующий год и плановый период. Риски должны пересматриваться на постоянной основе, что связано с изменениями в бюджетно-налоговом законодательстве, экономической ситуации в субъекте РФ и в целом в стране.



Рис. Этапы управления бюджетными рисками / Fig. Stages of budgetary risk management

В частности, в Республике Марий Эл эксперты называют следующие основные причины возникновения бюджетных рисков:

- высокая зависимость субъекта РФ от долговых обязательств, низкая способность исполнения требований по погашению долговых обязательств;
- высокая зависимость субъекта РФ от безвозмездных перечислений из федерального бюджета;
- наличие бюджетного дефицита в течение нескольких лет;
- неполное финансирование расходных обязательств федеральным бюджетом;
- изменения в налоговом законодательстве РФ;
- несвоевременная оплата товаров и услуг для государственных нужд;
- неэффективная организация бюджетного финансового контроля;
- низкая эффективность государственного регулирования;
- ошибки при принятии управленческих решений;
- коррупция, оказание давления на участников бюджетного процесса для выделения финансовых средств на определенные статьи расходов или программы;
- снижение деловой активности бизнеса;
- низкая платежная дисциплина налогоплательщиков;

- низкий экономический эффект от реализации инвестиционных проектов.

2. Оценка бюджетных рисков. После выявления рисков их необходимо проранжировать по степени вероятности и уровню возможного ущерба. Так как возможный ущерб от бюджетных рисков бывает трудно определить, то можно воспользоваться для ранжирования методом экспертной оценки.

Мы рекомендуем для оценки бюджетных рисков использовать следующие основные аналитические методы [9]:

– Анализ чувствительности. Основан на оценке влияния изменения исходных параметров проекта на его конечные показатели. Данный метод нужно применять для тех исходных переменных, изменение которых более всего оказывает влияние на конечные показатели эффективности. Перечень и число таких переменных может быть различным для разных видов риска.

– Анализ сценариев. Оценивает возможное совокупное влияние нескольких переменных на конечные показатели эффективности.

– Выявление закономерностей распределения вероятностей изменения исходных параметров. Оценивается направленность возможного изменения переменных на основе сбора информационных данных или экспертного метода.

– Анализ риска при помощи метода Монте-Карло – метода для изучения случайных процессов. Целесообразно использовать при отсутствии срочности в расчетах и при наличии технических возможностей.

3. Определение допустимого размера риска, который субъект готов принять при существующих условиях, и остаточного риска, который остается после принятия компенсирующих мер. Данные уровни риска необходимо пересматривать ежегодно, так как они не являются постоянными.

4. Составление карты бюджетных рисков и управление рисками. На основе идентификации и оценки бюджетных рисков необходимо составить карту рисков и каталог рисков, в которых отражается описание причин их появления, возможные последствия, распределение зон ответственности, методы и приемы минимизации рисков. Распределение ответственности между участниками бюджетного процесса рекомендуем проводить исходя из их функций:

- разработка и принятие нормативно-правовой базы – зона ответственности законодательных органов власти субъектов РФ;
- методическое обеспечение процесса управления бюджетными рисками – зона ответственности органов исполнительной власти РФ;
- непосредственная реализация процесса управления бюджетными рисками – зона ответственности органов исполнительной власти субъектов РФ.

Считаем, что комплекс мероприятий по управлению бюджетными рисками и минимизации негативного воздействия бюджетных рисков на бюджетную устойчивость субъектов РФ должен быть основан на [4]:

- подробном и качественном анализе влияния принимаемых нормативно-правовых актов на планируемые бюджетные доходы субъектов РФ;
- повышении качества прогнозирования социально-экономического развития субъектов РФ и бюджетного планирования, увеличении планового периода бюджетирования, регулярном мониторинге финансового состояния хозяйствующих субъектов;
- проведении субъектами РФ ответственной и сбалансированной долговой политики;
- бюджетном планировании на основе консервативного варианта социально-экономического развития субъектов РФ.

5. Мониторинг бюджетных рисков и проводимых компенсационных мероприятий является следующим обязательным этапом. В связи с цикличностью бюджетного процесса, мониторинг бюджетных рисков тоже одновременно является и завершающим этапом управления бюджетными рисками и начальной стадией следующего цикла управления бюджетными рисками. На этапе мониторинга бюджетных рисков производится оценка результативности и эффективности процесса управления бюджетными рисками [7]. С этой целью в субъектах РФ должна быть создана объективная система показателей. Предлагаем для этого использовать следующие два способа:

1. Сравнение бюджетных потерь от негативного влияния рискообразующих факторов с размером налоговых и неналоговых доходов бюджета до реализации превентивных мероприятий по управлению рисками и после их реализации.

$$K_3^1 = \frac{\Pi}{Д} (1),$$

где K_3^1 – коэффициент эффективности управления бюджетными рисками до реализации превентивных мероприятий по управлению рисками;

Π – бюджетные потери;

$Д$ – собственные (налоговые и неналоговые) бюджетные доходы;

$$K_3^2 = \frac{\Pi + Р}{Д} (2),$$

где K_3^2 – коэффициент эффективности управления бюджетными рисками после реализации превентивных мероприятий по управлению рисками;

Π – бюджетные потери в условиях реализации превентивных мероприятий по минимизации рисков;

$Р$ – бюджетные расходы на реализацию превентивных мероприятий по управлению рисками;

$Д$ – собственные (налоговые и неналоговые) бюджетные доходы.

Процесс управления бюджетными рисками в субъекте РФ оценивается как эффективный, если будет выполняться следующее требование:

$$K_3^2 < K_3^1 (3)$$

2. Сравнительный анализ бюджетных потерь до и после реализации превентивных мероприятий по минимизации рисков:

$$K_3^2 = \frac{\Pi - \Pi_1}{\Pi} (4),$$

где Π – ожидаемые бюджетные потери до реализации превентивных мероприятий по минимизации рисков;

Π_1 – бюджетные потери после реализации превентивных мероприятий по минимизации рисков.

Данный показатель оценивает уровень снижения бюджетных потерь, соответственно, чем выше его значение, тем более эффективной является система управления бюджетными рисками в субъекте РФ.

Результаты исследования

Современный этап реформирования управления государственными финансами в РФ обуславливает потребность в разработке и внедрении системы управления рисками в бюджетной сфере. В целях развития и интеграции финансового менеджмента и риск-ориентированного подхода в бюджетную систему субъектов РФ необходимо, по нашему мнению, внедрять следующие меры:

1. Совершенствование нормативно-правовой основы риск-ориентированного финансового менеджмента как на федеральном, так и на уровне субъектов РФ. Несмотря на внедрение принципов риск-менеджмента в бюджетную сферу, в настоящее время практически не разработана единая нормативно-правовая основа его применения.

На уровне субъектов РФ должны быть:

- принята политика управления бюджетными рисками, разработана стратегия и тактика;
- разработаны региональные стандарты по управлению бюджетными рисками, включая методы выявления рисков, их оценки и минимизации, распределены зоны ответственности, принята система превентивных и компенсирующих мероприятий, система мониторинга эффективности управления рисками;
- разработана карта бюджетных рисков;
- утверждено положение о государственном органе, осуществляющем управление бюджетными рисками.

2. Обеспечение роста заинтересованности органов государственной власти субъектов РФ в повышении эффективности управления бюджетными рисками. Качественный уровень фи-

нансового менеджмента, который осуществляют главные администраторы бюджетных средств, непосредственно влияет на размеры рисков в процессе исполнения бюджета. Необходимо отметить, что низкий уровень эффективности риск-менеджмента не всегда является показателем неудовлетворительной работы государственных органов власти, конкретных учреждений и исполнителей. Низкий уровень эффективности может свидетельствовать о негативном влиянии различных внешних факторов либо о наличии определенных проблем, требующих управленческих решений или финансовых вложений [5, с. 197].

В качестве мер стимулирования заинтересованности органов власти субъекта РФ можно рассмотреть включение в критерии оценки эффективности их работы результатов оценки эффективности управления бюджетными рисками. На основе анализа причин возникновения рисков необходимо применить меры воздействия (предупреждение, штрафы) к виновникам [2, с. 407].

Использование системы стимулирования для достижения эффективности финансового менеджмента в бюджетной сфере возможно не только при взаимодействии органов власти субъектов РФ и бюджетных учреждений, но и при мониторинге деятельности подрядчиков, выполняющих государственные заказы.

Выводы

Для достижения положительного эффекта финансовый риск-менеджмент в бюджетной сфере должен быть интегрирован в государственную деятельность и охватывать все бюджетные процедуры. Только полноценное внедрение риск-ориентированного финансового менеджмента в практику государственного управления позволит обеспечить эффективность управленческих решений по распределению финансовых ресурсов бюджета субъекта РФ, результативность использования бюджетных ресурсов, направляемых на финансирование оказания государственных услуг. Все это, в свою очередь, является основой обеспечения бюджетной устойчивости субъектов РФ.

1. Аюпов А. А., Казаковцева М. В. К вопросу об оценке неэффективных бюджетных расходов органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации // Актуальные проблемы экономики современной России. 2016. № 3. С. 126–131.
2. Богатырева Л. М.-Б. Бюджетные риски. Алгоритм реализации и экспресс-оценка эффективности системы внутреннего контроля // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12 (ч. 2). С. 403–409.
3. Глушко Е. К. Риск-ориентированный государственный контроль (надзор) // Публичное право сегодня. 2017. № 2. С. 9–17.

4. Казаковцева М. В. Устойчивость бюджетов субъектов РФ в условиях нестабильной экономики // Вестник Марийского государственного университета. Серия: «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. Т. 3. № 4. С. 64.
5. Казаковцева М. В. Финансовая устойчивость бюджетов субъектов РФ: монография. Мар. Гос. Ун-т; Йошкар-Ола, 2017. 298 с.
6. Коробко С. А. Система управления рисками бюджетного процесса субъекта РФ // Terra Economicus. 2012. № 3. Ч. 3. С. 54–58.
7. Кувалдина Т. Б. Бюджетный риск: понятие и система управления // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2017. № 2 (22). С. 26–33.
8. Матвеева Е. Е. Применение риск-ориентированного подхода в сфере государственного финансового контроля // Экономический журнал. 2018. №1 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-risk-orientirovannogo-podhoda-v-sfere-gosudarstvennogo-finansovogo-kontrolya> (дата обращения: 03.09.2021).
9. Шелунцова М. А. Риск-менеджмент в общественном секторе экономики // Проблемы современной экономики. 2011. № 3 (39). URL: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=3683> (дата обращения: 06.09.2021).

Статья поступила в редакцию 11.09.2021 г.; одобрена после рецензирования 02.10.2021 г.; принята к публикации 12.10.2021 г.

Об авторе

Казаковцева Марина Вадимовна

кандидат экономических наук, доцент, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), marina290576@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Ayupov A. A., Kazakovtseva M. V. K voprosu ob otsenke neeffektivnykh byudzhetykh raskhodov organov ispolnitel'noi vlasti sub"ekta Rossiiskoi Federatsii [On the issue of assessing inefficient budget expenditures of Executive Authorities of the subject of the Russian Federation]. Aktual'nye problemy ekonomiki sovremennoi Rossii = Topical issues of the economy of modern Russia, 2016, no. 3, pp. 126–131. (In Russ.).
2. Bogatyreva L. M.-B. Byudzhetye riski. Algoritmy realizatsii i ekspress-otsenka effektivnosti sistemy vnutrennego kontrolya [Budgetary risks. Algorithm of realization and express assessment of system effectiveness of internal control]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* = Journal of Economy and entrepreneurship, 2013, no. 12 (part 2), pp. 403–409. (In Russ.).
3. Glushko E. K. Risk-orientirovannyi gosudarstvennyi kontrol' (nadzor) [Risk-oriented state control]. *Publichnoe pravo segodnya* = Public Law Today, 2017, no. 2, pp. 9–17. (In Russ.).
4. Kazakovtseva M. V. Ustoichivost' byudzhetrov sub"ektov RF v usloviyakh nestabil'noi ekonomiki [Stability of budgets of territorial subjects of the Russian Federation in the conditions of unstable economy]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2017, vol. 3, no. 4, p. 64. (In Russ.).
5. Kazakovtseva M. V. Finansovaya ustoichivost' byudzhetrov sub"ektov RF: monografiya [Financial sustainability of the budgets of the constituent entities of the Russian Federation: monograph]. Mari State University, 2017, 298 p. (In Russ.).
6. Korobko S. A. Sistema upravleniya riskami byudzhethnogo protsesssa sub"ekta RF [Control system of risks of budgetary process of the subject of the Russian Federation]. *Terra Economicus*, 2012, no. 3, part 3, pp. 54–58. (In Russ.).
7. Kuvaldina T. B. Byudzhetniy risk: ponyatie i sistema upravleniya [Budgetary risk: concept and control system]. *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informatsionnykh tekhnologii* = Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies, 2017, no. 2 (22), pp. 26–33. (In Russ.).
8. Matveeva E. E. Primenenie risk-orientirovannogo podkhoda v sfere gosudarstvennogo finansovogo kontrolya [Applying a risk-based approach in the sphere of state financial control]. *Ekonomicheskii zhurnal* = Economic Journal, 2018, no. 1 (49). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-risk-orientirovannogo-podhoda-v-sfere-gosudarstvennogo-finansovogo-kontrolya> (accessed: 03.09.2021). (In Russ.).
9. Sheluntsova M. A. Risk-menedzhment v obshchestvennom sektore ekonomiki [Risk management in the public sector of economy]. *Problemy sovremennoi ekonomiki* = Problems of Modern Economics, 2011, no. 3 (39). Available at: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=3683> (accessed: 06.09.2021). (In Russ.).

The article was submitted 11.09.2021; approved after reviewing 02.10.2021; accepted for publication 12.10.2021.

About the author

Marina V. Kazakovtseva

Ph. D. (Economics), Associate Professor, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), marina290576@mail.ru

The author has read and approved the final manuscript.

УДК 338.04

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-301-314

СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИМПОРТА И ЭКСПОРТА УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА МИРОВОМ УГОЛЬНОМ РЫНКЕ

Т. В. Сарычева, М. Г. Сергеева

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Современные темпы развития экономики и непрерывный рост мирового промышленного производства вызывают значительное увеличение международного спроса на энергоресурсы [8]. В качестве основного энергоносителя, способного обеспечить высокие темпы экономического роста развивающихся стран, выступает уголь, обладающий мощной разведанной ресурсной базой и высокой доступностью предложений на рынке при относительно невысоких издержках. С учетом масштабов развивающихся экономик изменения в объемах их предложения и спроса на угольное топливо оказывают сильное влияние на характер международной торговли. В связи с этим актуальным является исследование структуры и прогнозирование спроса и предложений угля на мировом рынке энергоресурсов. **Цель:** проанализировать изменения, происходящие в структуре импорта и экспорта угля в разрезе регионов мира. **Материалы и методы.** Информационной базой для проведения заявленного исследования послужили опубликованные статистические данные Федеральной службы государственной статистики, Статистического отдела Организации Объединенных Наций. В качестве исследовательского инструментария использовались методы анализа и прогнозирования, основанные на использовании линейных и нелинейных регрессионных моделей. **Результаты исследования, обсуждения.** В статье предложена методика анализа и прогнозирования структурных изменений в объемах импорта и экспорта угля в мировых регионах, основанная на использовании базисных и цепных значений индекса структурных различий Рябцева и построении на их основе прогнозных оценок с помощью различных регрессионных моделей. Данный подход эффективен с точки зрения статистических критериев и позволяет выделить страны, в которых наиболее сильно изменяются объемы экспорта и импорта угля, а также определить силу происходящих структурных изменений. **Заключение.** Поскольку структура импорта и экспорта угля по субрегионам отражает общую структуру мировой угольной отрасли и меняется под влиянием ее изменений под воздействием технологических и ценовых трендов, в мировой угольной промышленности произошли значимые изменения в структуре импортных и экспортных поставок угля субрегионов. Анализ структурных изменений, произошедших в импорте и экспорте угольного сырья, показал, что главным образом структурные сдвиги вызваны переменой географических центров импорта и экспорта угля между субрегионами. В соответствии с прогнозами, построенными по выбранным трендовым моделям, в дальнейшем структура импорта и экспорта угольного сырья по субрегионам также продолжит меняться.

Ключевые слова: мировой рынок угля, импорт и экспорт угля, индекс структурных различий Рябцева, регрессионный анализ, линейные и нелинейные регрессионные модели

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Сарычева Т. В., Сергеева М. Г. Структурно-динамический анализ импорта и экспорта угольного топлива на мировом угольном рынке // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 301–314. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-301-314>

STRUCTURAL AND DYNAMIC ANALYSIS OF COAL FUEL IMPORT AND EXPORT ON THE GLOBAL COAL MARKET

T. V. Sarycheva, M. G. Sergeeva

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. The current pace of economic development and the continuous growth of global industrial production cause a significant increase in international demand for energy resources. Coal, which has a powerful proven resource base and high availability of offers on the market at relatively low costs, acts as the main energy carrier capable of ensuring high rates of economic growth in developing countries. Given the size of developing economies, changes in their supply and demand for coal fuel have a strong impact on the nature of international trade. In this

regard, it is relevant to study the structure and forecast the supply and demand of coal on the world energy market. **Purpose:** to analyze the changes taking place in the structure of coal imports and exports by regions of the world. **Materials and methods.** The published statistical data of the Federal State Statistics Service, the United Nations Statistics Division served as the information base for the claimed study. Methods of analysis and forecasting based on the use of linear and nonlinear regression models were used as research tools. **Research results, discussion.** The article proposes a method for analyzing and predicting structural changes in the volumes of coal imports and exports in the world regions, based on the use of basic and chain values of the Ryabtsev structural differences index and the construction of forecast estimates based on them using various regression models. This approach is effective from the point of view of statistical criteria and makes it possible to identify the countries in which the volumes of coal exports and imports are changing the most, as well as to determine the strength of the structural changes taking place. **Conclusion.** Since the structure of coal imports and exports by sub-regions reflects the general structure of the global coal industry and changes under the influence of its changes under the influence of technological and price trends, the global coal industry has undergone significant changes in the structure of import and export supplies of coal in the sub-regions. Analysis of the structural changes that have occurred in the import and export of coal raw materials has shown that mainly the structural shifts are caused by the change in the geographical centers of coal import and export between the sub-regions. In accordance with the forecasts based on the selected trend models, the structure of imports and exports of coal raw materials by sub-regions will also continue to change.

Keywords: world coal market, coal import and export, Ryabtsev structural differences index, regression analysis, linear and nonlinear regression models

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Sarycheva T. V., Sergeeva M. G. Structural and dynamic analysis of coal fuel import and export on the global coal market. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3, pp. 301–314. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-301-314>

Введение

Уголь занимает прочное место в мировой топливно-энергетической структуре, что предопределено множеством взаимосвязанных факторов, в частности наличием мощной разведанной ресурсной базы, высокой стоимостью заменителей угля, значительной доступностью предложений на рынке, использованием поставщиками своего географического положения для участия в торговых сделках на различных региональных рынках сбыта, а также простотой хранения, транспортировки и использования. Благодаря своей высокой конкурентоспособности уголь способен удовлетворить быстрорастущий спрос развивающихся стран при относительно невысоких издержках [3]. Тем не менее международный угольный рынок характеризуется постоянными изменениями по причине непрерывности действия сил, генерирующих условия для возникновения структурных перемен. К списку ключевых факторов, дестабилизирующих развитие мировой угольной промышленности, относятся нестабильность спроса и цен на уголь на международном рынке энергоносителей, ужесточение экологических стандартов применения угольного топлива, а также стремление развитых стран сократить зависимость от импортных поставок угля посред-

ством развития использования возобновляемых источников энергии [6]. На международном угольном рынке при меньшей монополизации и кооперации поставщиков уровень конкуренции при импорте и экспорте угля значительно выше по сравнению с нефтяным или газовым рынками вследствие того, что залежи угля расположены на всех континентах, практически во всех странах, а извлекаемыми запасами угля обладают порядка 70-ти стран в каждом из регионов мира. Тем самым структура импорта и экспорта угля по различным субрегионам мира отражает общую структуру мировой угольной отрасли и в значительной степени меняется под влиянием ее изменений [4].

В период с 1990 по 2018 гг. под воздействием технологических и ценовых трендов в мировой угольной промышленности произошли значимые изменения в структуре импортных и экспортных поставок угля^{1,2}.

¹ Бюллетень о текущих тенденциях мировой экономики «Африка южнее Сахары: трудности развития и проблемы энергетики» // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 2018. № 31. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/16724.pdf> (дата обращения 13.05.2021).

² Визуализированный энергетический баланс Статистического отдела Организации Объединенных Наций. URL: <https://unstats.un.org/unsd/energystats/dataPortal/> (дата обращения: 13.05.2021)

Исследование динамики пропорций и направленности изменений импорта угольного топлива по субрегионам мира за 1990 и 2018 гг. (рис. 1) показало, что такие субрегионы, как Южная и Юго-Восточная Азия значительно нарастили количество импортируемого угля к 2018 году (удельный вес

угольных поставок в Южную Азию вырос с 1,74 % до 20,69 %, а в Юго-Восточную Азию с 0,82 % до 7,04 %), тем самым Южная Азия заняла второе место в мире по объему импортируемого угля после Восточной Азии, удельный вес ввозимого угля которой увеличился с 39,97 % до 44,11 %.

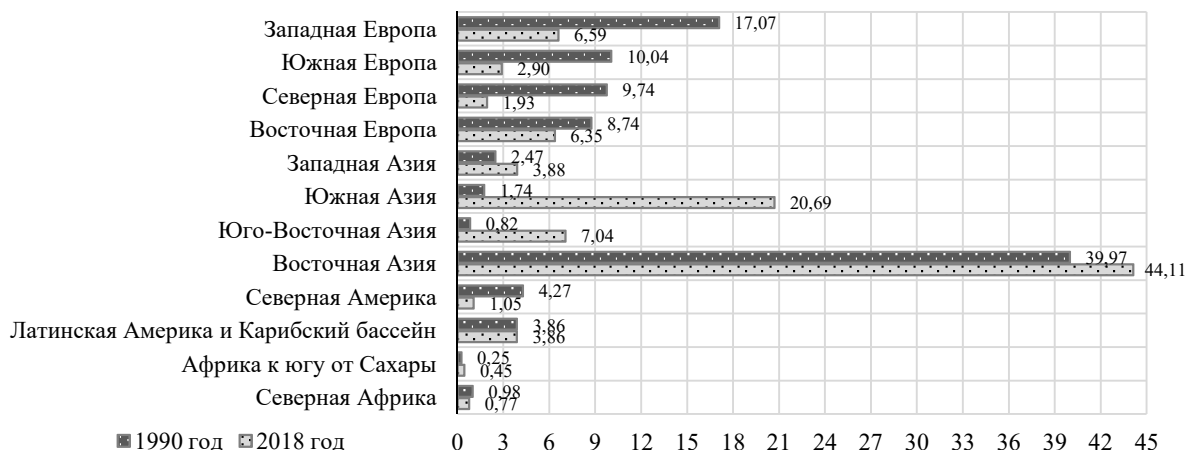


Рис. 1. Удельный вес импортных поставок субрегионов в общем объеме мирового импорта за 1990 и 2018 гг., в процентах /
Fig. 1. The share of import supplies of sub-regions in the total volume of world imports for 1990 and 2018, in %

Заметное сокращение доли импортируемого угля наблюдается в европейском регионе: в Западной, Южной, Северной и Восточной Европе удельный вес импортных поставок в общем объеме мирового импорта уменьшился на 10,48, 7,14, 7,81 и 2,39 п.п. соответственно. Также доля импортируемого угля сократилась в Северной Америке (на 3,22 п.п.)¹.

В непредставленных на графике субрегионах удельный вес импортных поставок в общем объеме

мирового импорта за 1990 и 2018 гг. имеет весьма низкую величину и изменился незначительно (в Центральной Азии доля импортных поставок угля увеличилась с 0 % до 0,22 %, в Австралии и Новой Зеландии – с 0 % до 0,07 %, в Меланезии – с 0,04 % до 0,10 %). В Микронезию и Полинезию ввоза угольного топлива не осуществлялось.

Структура экспортных поставок (рис. 2) весьма отличается от структуры импорта угля.

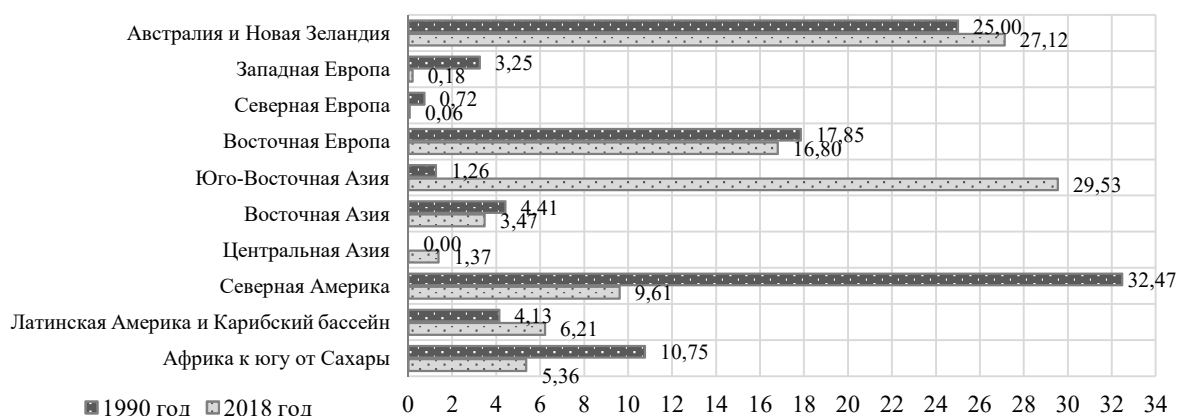


Рис. 2. Удельный вес экспортных поставок субрегионов в общем объеме мирового экспорта за 1990 и 2018 гг., в процентах /
Fig. 2. The share of export supplies of sub-regions in the total volume of world exports for 1990 and 2018, in percent

¹ Статистический обзор мировой энергетики // Ежегодный отчет БР. 2020. № 69. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf> (дата обращения: 13.05.2021).

Лидером в области экспортных поставок в 2018 году является Юго-Восточная Азия [10], которая с 1990 года весьма нарастила объемы вывозимого угольного топлива (с 1,26 % до 29,53 %). В качестве иного крупнейшего экспортера угля выступает Австралия и Новая Зеландия (доля поставляемого из субрегиона угля выросла на 2,12 п.п.). В 1990 году первое место по количеству экспортируемого угольного топлива занимала Северная Америка, удельный вес поставок которой к 2018 году сократился с 32,47 % до 9,61 %. Другая часть американского региона, представленная Латинской Америкой и Карибским бассейном, несколько увеличила экспорт угля (на 2,08 п.п.) [12]. За исследуемый период на 5,39 п.п. сократились объемы вывозимого угля из Африки к югу от Сахары. В европейских регионах одновременно с падением импорта угольного топлива уменьшилось количество экспортируемого угля. В Западной Европе доля экспорта угля сократилась на 3,07 п.п., в Восточной Европе – на 1,05 п.п., а в Северной Европе в результате сокращения экспортных поставок удельный вес вывозимого угля достиг всего 0,06 %.

Доля экспорта угля субрегионов, которые отсутствуют на графике, весьма незначительна. В Южной Азии удельный вес вывозимого за рубеж угля за рассматриваемый период увеличился с 0,02 % до 0,16 %, в Западной Азии доля не изменилась и составила 0,01 %, в Южной Европе –

сократилась с 0,12 % до 0,11 %. В Северной Африке экспортные поставки угля к 2018 году прекратились (в 1990 году их доля составляла всего 0,02 %). Меланезия, Микронезия и Полинезия экспорт угля не осуществляют.

Материалы и методы

Поскольку на основании сравнения сложившейся структуры импорта и экспорта угля по субрегионам мира на начало и конец исследуемого периода не представляется возможным получить качественную, объективную и наиболее полную характеристику изменений, произошедших на международном угольном рынке, проведен анализ динамики удельного веса импорта и экспорта угля по субрегионам мира за весь период с 1990 по 2018 гг. Результаты анализа представлены в таблице 1, где схематично отражены направления изменений удельного веса импортных и экспортных поставок угольного топлива по исследуемым субрегионам за рассматриваемый период:

–↓– сокращение удельного веса импорта (экспорта) угля по отношению к предыдущему периоду;

–↑– увеличение удельного веса импорта (экспорта) угля по отношению к предыдущему периоду;

↔ – удельный вес импорта (экспорта) угля по отношению к предыдущему периоду сохраняется на прежнем уровне.

Таблица 1 / Table 1

Направления динамики удельного веса импорта и экспорта субрегионов
в общем объеме мировых поставок в 1990–2018 гг. / Trends in the dynamics of the share of imports
and exports of sub-regions in the total volume of world supplies in 1990–2018

Субрегионы / Sub-regions	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
	Импорт																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Северная Африка	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑
Африка к югу от Сахары	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓
Латинская Америка и Карибский бассейн	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
Северная Америка	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓
Центральная Азия	↔	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↑
Восточная Азия	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓
Юго-Восточная Азия	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑
Южная Азия	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑

Окончение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Западная Азия	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓
Восточная Европа	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↑
Северная Европа	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑
Южная Европа	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↓
Западная Европа	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓
Австралия и Новая Зеландия	↓	↓	↓	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑
Меланезия	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑
Экспорт																												
Северная Африка	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓
Африка к югу от Сахары	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓
Латинская Америка и Карибский бассейн	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↓
Северная Америка	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↑
Центральная Азия	↔	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↓
Восточная Азия	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↓
Юго-Восточная Азия	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑
Южная Азия	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓
Западная Азия	↓	↔	↔	↔	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↑	↓
Восточная Европа	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑
Северная Европа	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↑
Южная Европа	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↑
Западная Европа	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓
Австралия и Новая Зеландия	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓

Анализ данных показал, что удельный вес импортируемого угля на протяжении всего исследуемого периода в основном увеличивается в таких субрегионах как Юго-Восточная Азия, Южная Азия, Австралия и Новая Зеландия, Латинская Америка и Карибский бассейн, Западная Азия, а снижается главным образом в Центральной и Восточной Азии, Северной, Южной и Западной Европе. Доля экспорта угля с 1990 по 2018 гг. преимущественно увеличивается в Юго-Восточной, Западной, Восточной и Южной Азии, Латинской Америке и Карибском бассейне, а уменьшается большей частью в африканском регионе, Центральной Азии, Северной Америке, Западной и Северной Европе, Австралии и Новой Зеландии [5].

Для измерения величины структурных сдвигов в импорте и экспорте угольного сырья ис-

пользовался интегральный коэффициент структурных различий – индекс Рябцева (J_R) [7]:

$$J_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{i_2} - d_{i_1})^2}{\sum_{i=1}^n (d_{i_2} + d_{i_1})^2}} \quad (1),$$

где d_{i_1} и d_{i_2} – удельные веса импорта (экспорта) в i -м субрегионе в 1 и 2 момент времени; $i = 1, 2, 3, \dots, n = 15$ – число анализируемых субрегионов.

Индекс Рябцева имеет некоторые существенные преимущества среди иных способов оценки структурных сдвигов, в частности, значения индекса не находятся в зависимости от числа градаций структур и означают максимально возможную величину

расхождений между компонентами структуры. Для интерпретации результатов анализа по критерию разработана специальная шкала оценки меры существенности структурных различий.

В соответствии с полученными цепными значениями индекса Рябцева (рис. 3) структура импорта угля по субрегионам мира оценивается как довольно неустойчивая.

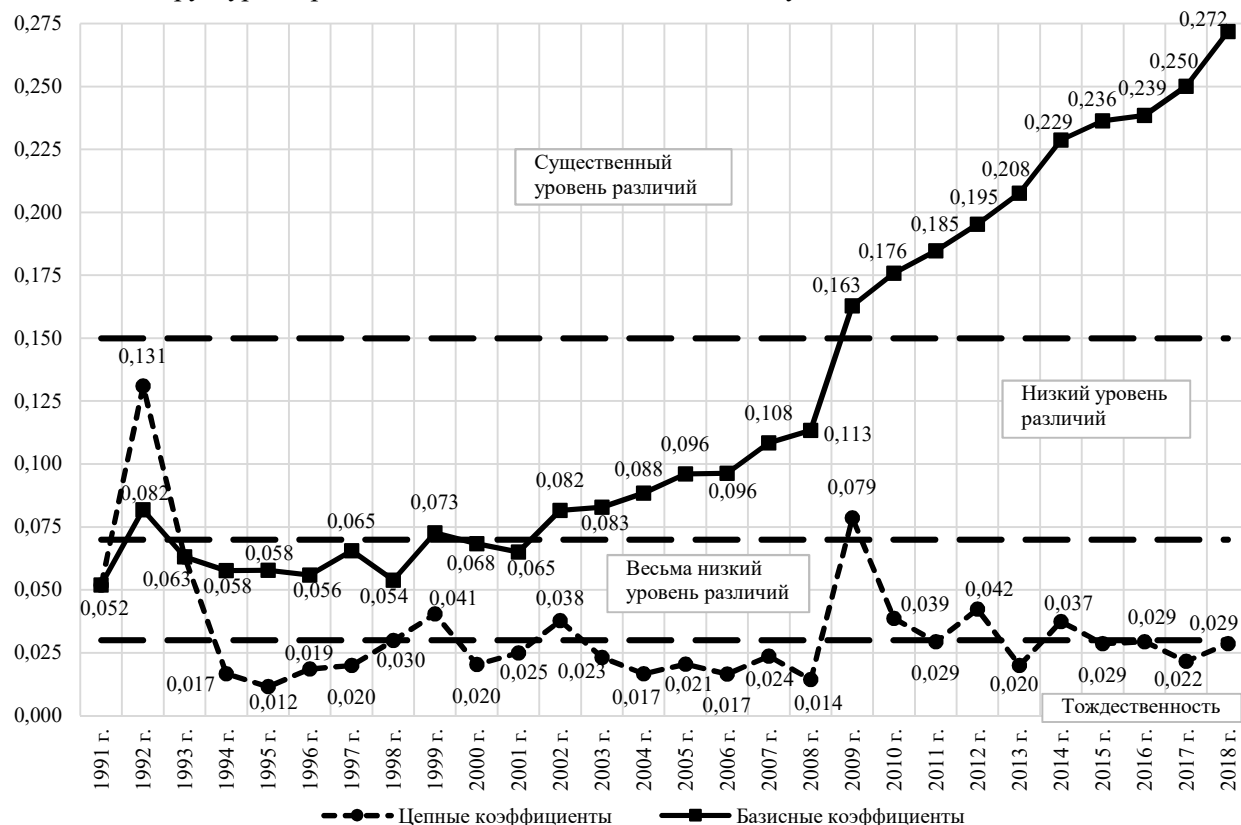


Рис. 3. Динамика индексов структурных различий в структуре импорта угля по субрегионам за 1991–2018 гг. /
Fig. 3. Dynamics of the indices of structural differences in the structure of coal imports by sub-regions for 1991–2018

Несмотря на то, что большая часть исследуемых периодов характеризуется тождественностью структур, что свидетельствует о сходстве динамики изменения импорта угля по субрегионам, в 1991, 1993, 1999, 2002, 2010, 2012, 2014 гг. зафиксирован весьма низкий уровень различий импорта угольного сырья по субрегионам. В указанные периоды наблюдается значительное увеличение импорта угля в Восточной Азии, и его сокращение в Восточной Европе, при этом с 2012 года стала заметно наращивать импортные поставки угольного топлива Южная Азия. В 1992 и 2009 гг. индекс Рябцева перешел нижнюю границу интервала, фиксирующего низкий уровень различий. В 1992 году резко вырос импорт угля в Восточной Европе, а в 2009 году зафиксировано стремительное снижение импортных поставок угля в Северной Америке и в европейском регионе с одновременным увеличением импорта угля в Восточной и Южной Азии.

Рассчитанные базисные значения индекса Рябцева свидетельствуют о следующей трансформации структуры импорта угля по субрегионам мира: с 1991 по 2001 гг. отмечался весьма низкий уровень различия структур по отношению к 1990 году (за исключением 1992 и 1999 гг., в течение которых зафиксирована низкая мера существенности структурных различий), с 2002 по 2008 гг. наблюдался низкий уровень различия структур, а с 2009 по 2018 гг. – существенный. В 1999 году импорт угля в Восточной и Южной Азии начал стремительно расти, параллельно в Восточной, Северной и Западной Европе импортные поставки угля начали сокращаться. В 2002 году резко увеличился импорт угля в Африке к югу от Сахары, Латинской Америке и Карибском бассейне, а также во всем азиатском регионе, одновременно сократились поставки угля в Северную Америку, в Восточную, Северную и Западную Европу. В 2009 году в Африке, Америке

и Европе импорт угля начал резко сокращаться, а в Восточную и Южную Азию поставки начали стремительно расти.

Сравнительный анализ цепных значений индекса Рябцева (рис. 4) показал, что структура экспорта угля по субрегионам относительно устойчива в течение рассматриваемого периода.

В большинстве смежных периодов уровень различия экспорта угля субрегионов интерпретируется как весьма низкий, за исключением 1992 и 1993 гг., которые характеризуются низким уровнем различия объемов экспортных поставок угля по отношению к предыдущему году. В 1992 году резко сократился экспорт угля в Северной Америке, Австралии и Новой Зеландии, одновременно с ростом поставок из Центральной

Азии и Восточной Европы. В 1993 году продолжилось падение экспорта угля в Северной Америке, весьма сократились поставки из Восточной Европы, в то время как Австралия и Новая Зеландия нарастила экспорт угольного топлива. В 1994, 1996, 2007, 2012 и 2016 гг. структуры оцениваются в качестве тождественных, тем самым в целом процессы постепенного изменения объемов экспортируемого угольного сырья по субрегионам мира обладают схожей динамикой. На протяжении указанных периодов экспорт угля в основном увеличивается в Латинской Америке и Карибском бассейне, Северной Америке, Восточной Европе, Юго-Восточной Азии, Австралии и Новой Зеландии, а уменьшается в Центральной и Восточной Азии.

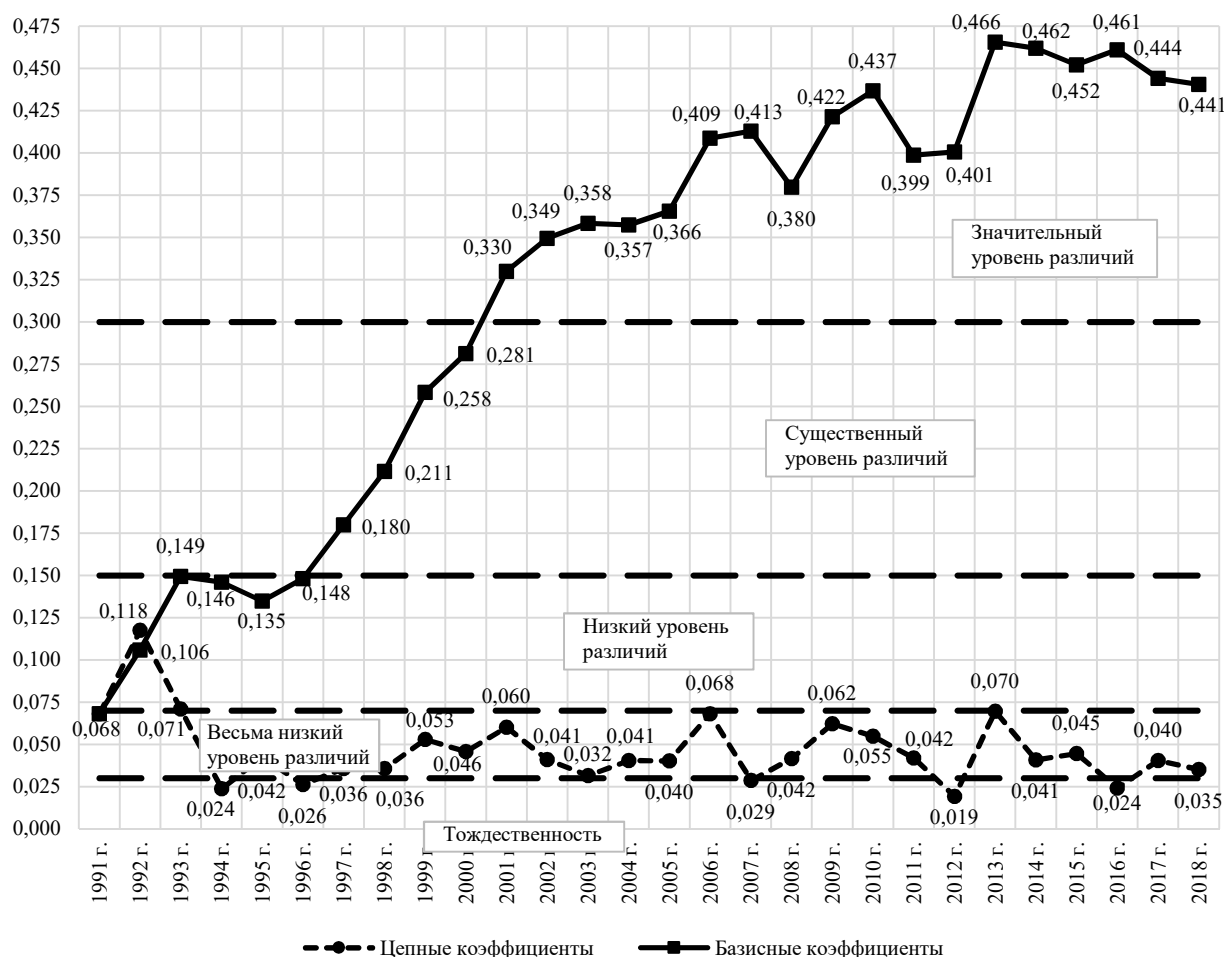


Рис. 4. Динамика индексов структурных различий в структуре экспорта угля по субрегионам за 1991–2018 гг. /
Fig. 4. Dynamics of indices of structural differences in the structure of coal exports by sub-regions for 1991–2018

Сопоставление базисных структурных коэффициентов свидетельствует о том, что за последние тридцать лет произошла некоторая транс-

формация структуры экспорта угля по субрегионам: к 1992 году индекс Рябцева, рассчитанный относительно базисного 1990 года, перешел

нижнюю границу интервала, фиксирующего низкий уровень различий, с 1997 года мера существенности структурных различий характеризуется как существенная, с 2001 года наблюдается значительный уровень различия структур. В 1997 году произошло сокращение удельного веса экспортных поставок угля в Северной Америке и Восточной Европе в общем объеме мирового экспорта угля на фоне увеличения поставок угольного топлива в азиатский регион и в Австралию, и Новую Зеландию. В 2001 году зафиксирован резкий спад экспорта угля в Северной Америке и его рост в Восточной Азии.

С целью осуществления оценки влияния угольных поставок каждого субрегиона на общее изменение мирового импорта (экспорта) угля ис-

пользован метод относительных величин, в частности рассчитана величина (V_i) – вклад каждого субрегиона в показатель интенсивности структурных сдвигов:

$$V_i = \frac{|d_i 2018 - d_i 1990|}{\sum_i^n |d_i 2018 - d_i 1990|} \cdot 100 \% \quad (2)$$

Весомая величина вклада свидетельствует о значимых изменениях в количестве поставок угольного сырья конкретного субрегиона, влияющих на интенсивность структурных сдвигов в объеме мирового импорта (экспорта) угля. Ранги субрегионов в зависимости от величины и направления оказываемого влияния на общее изменение мирового импорта (экспорта) угля представлены в таблице 2.

Таблица 2 / Table 2

**Ранжирование субрегионов по вкладу в изменение структуры импорта и экспорта угля /
Ranking of sub-regions by Contribution to Changes in the structure of Coal imports and exports**

Субрегионы / Sub-regions	$V_i, \%$	Ранг по вкладу в изменение импорта / экспорта угля / Rank by Contribution to the Change in Coal import / export	Ранг по вкладу в увеличение / Rank by Contribution to increase	Ранг по вкладу в уменьшение / Rank by Contribution to reduction
1	2	3	4	5
Импорт угля				
Первая группа субрегионов				
«Устойчивая тенденция к снижению удельного веса импортных поставок угля»				
Центральная Азия	0,35	10	-	7
Восточная Азия	6,63	6	-	4
Северная Европа	12,50	3	-	2
Южная Европа	11,42	4	-	3
Западная Европа	16,76	2	-	1
Итого	47,66			
Вторая группа субрегионов				
«Устойчивая тенденция отсутствует»				
Северная Африка	0,34	11	6	8
Африка к югу от Сахары	0,31	12	7	9
Северная Америка	5,15	7	3	5
Восточная Европа	3,82	8	4	6
Меланезия	0,09	14	9	10
Итого	9,72			
Третья группа субрегионов				
«Устойчивая тенденция к увеличению удельного веса импортных поставок угля»				
Латинская Америка и Карибский бассейн	0,002	15	10	-
Юго-Восточная Азия	9,94	5	2	-

Окончание табл.

1	2	3	4	5
Южная Азия	30,30	1	1	-
Западная Азия	2,26	9	5	-
Австралия и Новая Зеландия	0,12	13	8	-
Итого	42,63			
Экспорт угля				
Первая группа субрегионов				
«Устойчивая тенденция к снижению удельного веса экспортных поставок угля»				
Северная Африка	0,03	12	-	8
Африка к югу от Сахары	7,93	3	-	2
Северная Америка	33,62	2	-	1
Центральная Азия	2,01	7	-	5
Северная Европа	0,97	10	-	7
Западная Европа	4,51	4	-	3
Австралия и Новая Зеландия	3,11	5	-	4
Итого	52,17			
Вторая группа субрегионов				
«Устойчивая тенденция отсутствует»				
Восточная Европа	1,54	8	3	6
Южная Европа	0,02	13	-	-
Итого	1,56			
Третья группа субрегионов				
«Устойчивая тенденция к увеличению удельного веса экспортных поставок угля»				
Латинская Америка и Карибский бассейн	3,07	6	2	-
Восточная Азия	1,39	9	4	-
Юго-Восточная Азия	41,58	1	1	-
Южная Азия	0,21	11	5	-
Западная Азия	0,01	14	6	-
Итого	46,27			

За последние тридцать лет почти треть структурных изменений импорта угольного топлива была связана с изменением импортных поставок угля Южной Азии (30,30 %) [2]. Значимый вклад в изменение структуры импорта угля по субрегионам внесли Западная Европа (16,76 %), Северная Европа (12,50 %), Южная Европа (11,42 %), Юго-Восточная Азия (9,94 %), Восточная Азия (6,63 %) и Северная Америка (5,15 %). При этом в состав группы субрегионов, у которых наблюдается устойчивая тенденция к увеличению удельного

веса импортных поставок угля, одновременно входят субрегионы, внесшие наибольшие изменения структуры импорта угля, так и субрегионы, которые оказывают несущественное влияние на структуру импорта угольного топлива, в частности, к данным территориям отнесены Западная Азия (2,26 %), Австралия и Новая Зеландия (0,12 %), Латинская Америка и Карибский бассейн (0,002 %), занимающие соответственно 9, 13 и 15 место по вкладу в изменение импорта угля. Тем самым наличие устойчивой тенденции роста

удельного веса импортных поставок угля в совокупном объеме мирового импорта угольного сырья не равнозначно усилению вклада в увеличение импорта угля. Несмотря на то, что Северная Америка и Восточная Европа были отнесены ко второй группе субрегионов, у которых не выявлено наличия устойчивой тенденции, данные территории имеют соответственно 3 и 4 ранги по вкладу в увеличение импорта угля, вследствие того, что за исследуемый период темп увеличения импорта угольного топлива в прочих рассматриваемых субрегионах был ниже, чем в Северной Америке и Восточной Европе.

На структурные изменения экспорта угольного топлива оказала значительное влияние динамика экспортных поставок Юго-Восточной Азии (41,58 %) и Северной Америки (33,62 %), некоторый вклад внес субрегион Африки к югу от Сахары (7,93 %). В группу субрегионов с устойчивой тенденцией к увеличению удельного веса экспорта угля входят субрегионы, внесшие незначительный вклад в изменение структуры экспорта угля: Восточная Азия (1,39 %), Южная Азия (0,21 %) и Западная Азия (0,01 %), которым соответствуют 9, 11 и 14 ранги, что свидетельствует о том, что устойчивая тенденция увеличения удельного веса экспорта угля не равнозначна росту вклада в его увеличение. Восточная Европа, отнесенная ко второй группе субрегионов, не имеющих устойчивой тенденции, занимает 3 место по вкладу в увеличение экспорта угля (1,54 %), поскольку темп роста экспортных поставок угольного топлива в данном субрегионе

превышал темпы роста экспорта угля в иных территориях [1].

Анализ структурных изменений, произошедших в импорте и экспорте угольного сырья, показал, что главным образом структурные сдвиги вызваны переменной географических центров импорта и экспорта угля между субрегионами. За рассматриваемый период наблюдается сокращение удельного веса импортных поставок угля в Северной Америке, Южной, Западной и Северной Европе, его увеличение в Юго-Восточной, Южной и Западной Азии и постоянное колебание значений в Восточной Европе. В Африке к югу от Сахары и Северной Америке зафиксировано уменьшение удельного веса экспорта угля, в Юго-Восточной Азии он увеличивается, а в Восточной Азии доля экспортных поставок изменялась на протяжении всего исследуемого периода.

Прогнозирование значений базисных индексов структурных различий импорта и экспорта угля на основе трендовых моделей показало, что наилучшими аппроксимирующими свойствами в каждом случае обладает полиномиальная модель. Для импорта угля уравнение полученной модели имеет следующий вид [11]:

$$\hat{y}_t = 0,0673 - 0,0039t + 0,0004t^2$$

t-статистика: (-4,33) (10,58)

$$R^2 = 0,97; F(2;25) = 469,72; DW = 1,67; S.E. = 0,01.$$

Графическое отображение аппроксимации представлено на рисунке 5.

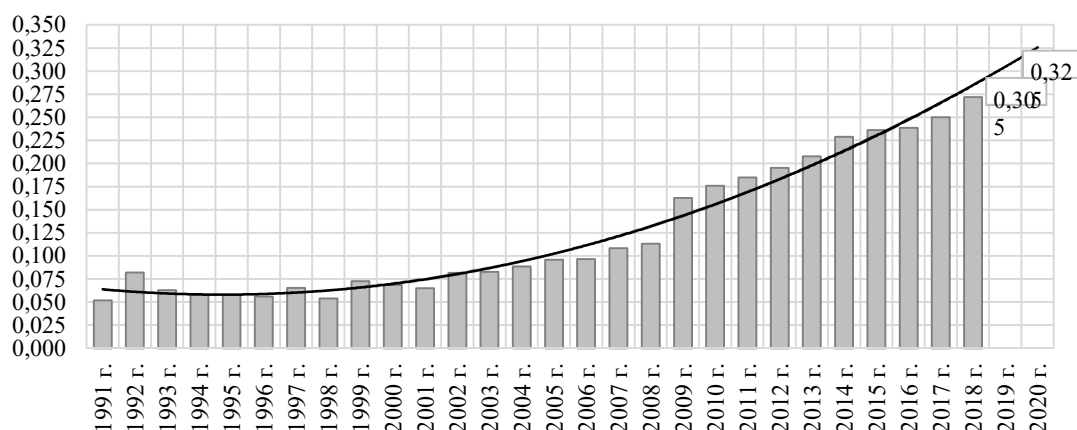


Рис. 5. Динамика индексов структурных различий в структуре импорта угля по субрегионам за 1991–2020 гг. /
Fig.5. Dynamics of indices of structural differences in the structure of coal imports by sub-regions for 1991–2020

В соответствии с прогнозом, построенным по выбранной трендовой модели на 2019 и 2020 гг., в дальнейшем структура импорта угольного сырья по субрегионам продолжит меняться, индекс структурных различий составит в 2019 году – 0,305, в 2020 году – 0,325.

Для экспорта угля эконометрическая модель выглядит следующим образом:

$$\hat{y}_t = 0,0238 + 0,0319 t - 0,0006 t^2$$

t-статистика: (13,54) (-7,55)

$R^2 = 0,97$; $F(2;25) = 360,13$; $DW = 1,63$; $S.E. = 0,02$.

График аппроксимации представлен на рисунке 6.

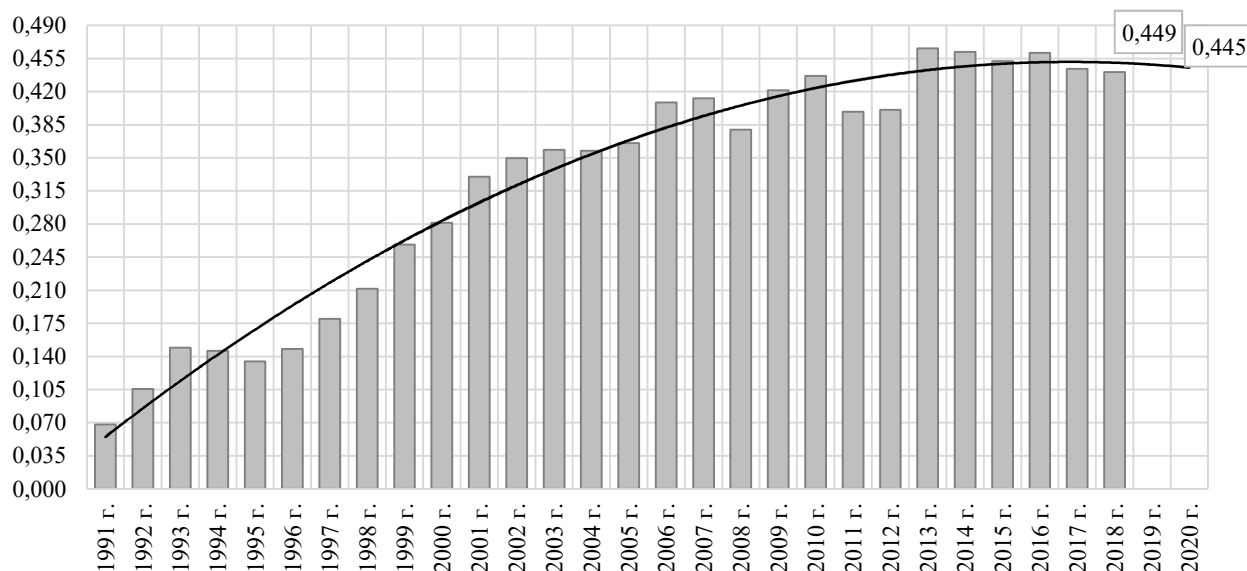


Рис. 6. Динамика индексов структурных различий в структуре экспорта угля по субрегионам за 1991–2020 гг./
Fig. 6. Dynamics of indices of structural differences in the structure of coal exports by sub-regions for 1991–2020

Согласно прогнозу, выполненному по предложенной модели на 2019 и 2020 гг., структура экспорта угля по субрегионам также продолжит трансформацию, индекс структурных различий составит в 2019 году – 0,449, в 2020 году – 0,445.

Заключение

Поскольку структура импорта и экспорта угля по субрегионам отражает общую структуру мировой угольной отрасли и меняется под влиянием ее изменений, в период с 1990 по 2018 гг. под воздействием технологических и ценовых трендов, в мировой угольной промышленности произошли значимые изменения в структуре импортных и экспортных поставок угля субрегионов. Исследование динамики пропорций и направленности данных изменений за 1990 и 2018 гг. показало, что Южная Азия значительно нарастила импорт угля (до 20,69 %), заняв второе место в мире по объему импортируемого угля после Восточной Азии (44,11 %). Лидерами в области экспортных поставок в 2018 году стали Юго-Восточная Азия, нарастившая с 1990 года экспорт угля до 29,53 %, и Австралия и Новая Зеландия (27,12 %).

В 1990 году первое место занимала Северная Америка, удельный вес экспортных поставок угля которой к 2018 году сократился с 32,47 % до 9,61 %, также уменьшилась доля импорта угля. В европейском регионе зафиксировано сокращение как импорта, так и экспорта угля. Анализ динамики удельного веса импорта и экспорта угля по субрегионам мира за 1990–2018 гг. показал, что удельный вес импортируемого угля увеличивается в Юго-Восточной, Южной и Западной Азии, Австралии и Новой Зеландии, Латинской Америке и Карибском бассейне, а снижается в Центральной и Восточной Азии, Северной, Южной и Западной Европе. Доля экспорта угля увеличивается в Юго-Восточной, Западной, Восточной и Южной Азии, Латинской Америке и Карибском бассейне, уменьшается в африканском регионе, Центральной Азии, Северной Америке, Западной и Северной Европе, Австралии и Новой Зеландии. Сравнительный анализ значений индекса Рябцева показал, что структура импорта угля по субрегионам довольно неустойчива. Несмотря на

то что большинство периодов характеризуется тождественностью структур, что говорит о сходстве динамики изменения импорта угля по субрегионам, в 1991, 1993, 1999, 2002, 2010, 2012, 2014 гг. зафиксирован весьма низкий уровень различий, а в 1992 и 2009 гг. – низкий уровень различий. Также происходит трансформация структуры импорта угля: с 1991 по 2001 гг. отмечался весьма низкий уровень различия структур по отношению к 1990 году (за исключением 1992 и 1999 гг. с низкой мерой структурных различий), с 2002 по 2008 гг. уровень различия структур стал низким, с 2009 по 2018 гг. – существенным. Структура экспорта угля по субрегионам оказалась относительно устойчивой. В большинстве периодов уровень различия экспорта угля субрегионов интерпретируется как весьма низкий, за исключением 1992 и 1993 гг. с низким уровнем различия объемов экспортных поставок угля по отношению к предыдущему году. В 1994, 1996, 2007, 2012 и 2016 гг. структуры оцениваются в качестве тождественных, тем самым в целом процессы постепенного изменения объемов экспортируемого угольного сырья по субрегионам мира обладают схожей динамикой. Также произошла некоторая трансформация структуры экспорта угля: к 1992 году индекс Рябцева относительно 1990 года оказался в интервале с низким уровнем различия структур, с 1997 года мера существенности структурных различий стала существенной, а с 2001 года – значительной. Структурные изменения импорта угля оказались связаны с изменением импортных поставок Южной Азии (30,30 %), Западной, Северной и Южной Европы (16,76 %, 12,50 % и 11,42 % соответственно), Юго-Восточной (9,94 %) и Восточной

Азии (6,63 %), Северной Америки (5,15 %). На структурные изменения экспорта угля оказала влияние динамика экспортных поставок Юго-Восточной Азии (41,58 %), Северной Америки (33,62%) и Африки к югу от Сахары (7,93 %). При этом выявлено, что устойчивая тенденция роста удельного веса поставок угля субрегиона в мировом импорте и экспорте угольного сырья не равнозначна усилению вклада в увеличение импортных и экспортных поставок угля [9]. Тем самым структурные сдвиги главным образом вызваны переменой географических центров импорта и экспорта угля между субрегионами. За рассматриваемый период наблюдается сокращение удельного веса импорта угля в Северной Америке, Южной, Западной и Северной Европе, его увеличение в Юго-Восточной, Южной и Западной Азии, и постоянное колебание значений в Восточной Европе. В Африке к югу от Сахары и Северной Америке зафиксировано уменьшение удельного веса экспорта угля, в Юго-Восточной Азии он увеличился, а в Восточной Азии доля экспортных поставок изменялась на протяжении всего исследуемого периода. Прогнозирование значений базисных индексов структурных различий импорта и экспорта угля показало, что лучшими аппроксимирующими свойствами обладают полиномиальные модели. В соответствии с прогнозами, построенными по выбранным трендовым моделям на 2019 и 2020 гг., в дальнейшем структура импорта и экспорта угольного сырья по субрегионам продолжит меняться, индекс структурных различий для импорта составит в 2019 году – 0,305, в 2020 году – 0,325, для экспорта примет значения в 2019 году – 0,449, в 2020 году – 0,445.

1. Галкина А. А., Грушевенко Д. А., Грушевенко Е. В. [и др.] Перспективы развития мировой энергетики в период до 2040 г. и их влияние на российский топливно-энергетический комплекс // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2015. № 1 (211). С. 59–70.
2. Колокольцев С. Н. Мировая энергетика и глобальный энергетический переход // Прорывные научные исследования: проблемы, закономерности, перспективы: сборник статей XV Международной научно-практической конференции. 2020. С. 93–100.
3. Кондратьев В. Б., Попов В. В., Кедрова Г. В. Глобальный рынок угля: состояние и перспективы // Горная промышленность. 2019. № 2 (44). С. 6–12.
4. Кулагина В. А., Линник В. Ю., Жабин А. Б., и др. Перспективы развития мировой энергетики с учетом влияния технологического прогресса // М. : ИНЭИ РАН. 2020. 320 с.
5. Линник Ю. Н. Анализ конъюнктуры и прогноз рынка угля // Уголь, 2020. № 5. С. 34–38.
6. Макаров А. А., Галкина А. А., Грушевенко Е. В. [и др.]. Перспективы мировой энергетики до 2040 г. // Мировая экономика и международные отношения. 2014. № 1. С. 3–20.
7. Мхитарян В. С., Сарычева Т. В. Исследование структуры занятости по видам экономической деятельности в Российской Федерации // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2019. № 2. С. 31–50.

8. Писаренко М. В., Шаклеин С. В. Производство и потребление угля в мире и России // Горная промышленность. 2015. № 2 (120). 24 с.
9. Плаkitкина Л. С., Плаkitкин Ю. А., Дьяченко К. И. Мировые тенденции развития угольной отрасли // Горная промышленность. 2019. №1 (143). С. 24–29.
10. Полаева Г. Б., Смирнов С. С. Изменение доли угля в мировом топливно-энергетическом балансе // Инновации и инвестиции. 2019. № 9. С. 357–360.
11. Сарычева Т. В. Прогнозирование занятости в разрезе основных видов экономической деятельности региона // В сборнике: Импортотзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья: материалы I Всероссийской конференции с международным участием. 2019. С. 613–618.
12. Сокольников М. А. Ближайшие двадцать лет энергетики. Отчет ВР и мнения российских экспертов // Геоэкономика энергетики. 2019. Т. 8. № 4. С. 5–14.

Статья поступила в редакцию 22.06.2021 г.; одобрена после рецензирования 16.07.2021 г.; принята к публикации 27.07.2021 г.

Об авторах

Сарычева Татьяна Владимировна

доктор экономических наук, доцент, директор института цифровых технологий, профессор кафедры прикладной статистики и информатики, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), tvdolmatova@bk.ru

Сергеева Мария Георгиевна

студентка факультета экономики, управления и финансов, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), kaulit2009@yandex.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Galkina A. A., Grushevenko D. A., Grushevenko E. V. [et al.] Perspektivy razvitiya mirovoi energetiki v period do 2040 g. i ikh vliyaniye na rossiiskii toplivno-energeticheskii kompleks [Development prospects of the world energy industry over the period up to 2040 and outcomes for the Russian fuel and energy sector]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta* = St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 2015, no. 1 (211), pp. 59–70. (In Russ.).
2. Kolokoltsev S. N. Mirovaya energetika i global'nyi energeticheskii perekhod [World energy and the global energy transition]. *Proryvnye nauchnye issledovaniya: problemy, zakonornosti, perspektivy: sbornik statei XV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Breakthrough scientific research: problems, patterns, prospects: collection of articles of the XV International scientific and practical conference, 2020, pp. 93–100. (In Russ.).
3. Kondratyev V. B., Popov V. V., Kedrova G. V. Global'nyi ryok uglya: sostoyaniye i perspektivy [Global coal market: current situation and perspectives]. *Gornaya promyshlennost'* = Russian Mining Industry, 2019, no. 2 (44), pp. 6–12. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-2-144-6-12 (In Russ.).
4. Kulagina V. A. Perspektivy razvitiya mirovoi energetiki s uchetom vliyaniya tekhnologicheskogo progressa [Prospects for the development of world energy taking into account the impact of technological progress]. Moscow, INEI RAS Publ., 2020, 320 p. (In Russ.).
5. Linnik Yu. N., Linnik V. Yu., Zhabin A. B. et al. Analiz kon'yunktury i prognoz rynka uglya [Coal market: analysis and forecast]. *Ugol'* = Russian Coal Journal, 2020, no. 5, pp. 34–38. (In Russ.).
6. Makarov A. A., Galkina A. A., Grushevenko E. V. et al. Perspektivy mirovoi energetiki do 2040 g. [Global energy markets outlook up to 2040]. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya* = World Economy and International Relations, 2014, no. 1, pp. 3–20. (In Russ.).
7. Mkhitarian V. S., Sarycheva T. V. Issledovanie struktury zanyatosti po vidam ekonomicheskoi deyatel'nosti v Rossiiskoi Federatsii [A study of the employment composition by types of economic activity in the Russian Federation]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment* = BSU Bulletin. Economics and Management, 2019, no. 2, pp. 31–50. (In Russ.).
8. Pisarenko M. V., Shaklein S. V. Proizvodstvo i potrebleniye uglya v mire i Rossii [World and Russia's coal supply and demand]. *Gornaya promyshlennost'* = Russian Mining Industry, 2015, no. 2 (120), p. 24. (In Russ.).
9. Plakitkina L. S., Plakitkin Yu. A., Dyachenko K. I. Mirovye tendentsii razvitiya ugol'noi otrasli [World trends of coal industry development]. *Gornaya promyshlennost'* = Russian Mining Industry, 2019, no. 1 (143), pp. 24–29. (In Russ.).

10. Polaeva, G. B., Smirnov S. S. Izmenenie doli uglya v mirovom toplivno-energeticheskom balance [Change in the proportion of coal in the global fuel and energy balance]. *Innovatsii i investitsii* = Innovation and Investment, 2019, no. 9, pp. 357–360. (In Russ.).

11. Sarycheva T. V. Prognozirovaniye zanyatosti v razreze osnovnykh vidov ekonomicheskoi deyatel'nosti regiona [Forecasting of employment in the context of the main types of economic activity of the region]. *Importozameshchayushchie tekhnologii i oborudovaniye dlya glubokoi kompleksnoi pererabotki sel'skokhozyaystvennogo syr'ya: sbornik materialov I Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* = Import-substituting technologies and equipment for deep complex processing of agricultural raw materials: collection of materials of the I All-Russian Conference with international participation, 2019, pp. 613–618. (In Russ.).

12. Sokolnikov, M. A. Blizhaishie dvadtsat' let energetiki. Otchet BR I mneniya rossiiskikh ekspertov [The next twenty years of energy. BP Report and opinions of Russian experts]. *Geoekonomika energetiki* = Geoeconomics of Energy, 2019, vol. 8, no. 4, pp. 5–14. (In Russ.).

The article was submitted 22.06.2021; approved after review 16.07.2021; accepted for publication 27.07.2021.

About the authors

Tatyana V. Sarycheva

Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Director of the Institute of Digital Technologies, Professor of the Department of Applied Statistics and Informatics, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), tvdolmatova@bk.ru

Maria G. Sergeeva

Student of the Faculty of Economics, Management and Finance, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), kaulit2009@yandex.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 657

DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-315-324

АВС-МЕТОД В УЧЕТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

М. В. Стафиевская

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Сегодня все более актуальны вопросы точной информации о затратах. Важным ресурсом такой системы становится управленческий учет, одной из учетно-аналитических задач которого является калькулирование себестоимости единицы продукции. От корректности данных зависит дальнейший механизм ценообразования, определения финансового результата. Снижение себестоимости продукции позволит достичь наибольшего эффекта с минимумом затрат. Следовательно, развитие и совершенствование методов учета затрат и калькулирования себестоимости являются актуальными. **Цель.** Исследование характеристики проблемы, связанной с учетом затрат на сельскохозяйственных предприятиях и предоставление конкретных рекомендаций. **Методы исследования.** Логический анализ, монографический, методы индукции и дедукции. **Результаты исследования, обсуждения.** Объектом исследования явилась деятельность действующего сельскохозяйственного предприятия Республики Марий Эл, специализирующегося на производстве продукции животноводства. Предметом стало сравнение традиционного механизма исчисления себестоимости сельскохозяйственной продукции животноводства с АВС методом. В статье рассмотрена интерпретация со стороны современных экономистов таких понятий, как «затраты» и «расходы». Сделан вывод о необходимости точного понимания данных терминов с целью грамотного управления затратами и расходами предприятия. Предложено авторское видение на формулировку исследуемых понятий. На практике раскрыт механизм внедрения АВС-метода, показана сравнительная характеристика итогов расчета себестоимости методом АВС по сравнению с традиционным. Сделаны выводы о преимуществах предлагаемого метода. Научной новизной является совершенствование учетного инструментария при внедрении АВС-метода. Разработан документ для отражения информации о порядке расчета себестоимости продукции животноводства. Сделаны рекомендации о внесении необходимой информации в учетную политику предприятия. **Заключение.** После внедрения АВС-метода руководство получит информационную возможность анализировать и управлять затратами предприятия в целях совершенствования производства, расширять рынок сбыта, повышать конкурентоспособность.

Ключевые слова: затраты, управленческий учет, методы учета, АВС-метод, себестоимость

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Стафиевская М. В. АВС-метод в учете сельскохозяйственных предприятий // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 315–324. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-315-324>

ABC METHOD IN ACCOUNTING OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

M. V. Stafievskaya

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. Today, the issues of accurate cost information are becoming more relevant. Management accounting becomes an important resource of such a system, one of the accounting and analytical tasks of which is the calculation of the cost of a production unit. The further pricing mechanism, determining the financial result, depends on the correctness of the data. Reducing the cost of production will allow you to achieve the greatest effect with a minimum of costs. Consequently, the development and improvement of cost accounting and costing methods are relevant. **The purpose** of the article is to investigate the characteristics of the problem related to cost accounting in agricultural enterprises and to provide specific recommendations. **Research methods** are logical analysis, monographic, method of induction and deduction. **Research results, discussion.** The object of the research was the activities of an operating agricultural enterprise of the Republic of Mari El, specializing in the production of livestock products. The subject was a comparison of the traditional mechanism for calculating the cost of agricultural livestock products with the ABC method. The article discusses the interpretation of such concepts as “costs” and “expenses” by modern economists. The conclusion is made about the need for an accurate understanding of these terms in order to competently manage the costs and expenses of

the enterprise. The author's vision of the formulation of the concepts under study is proposed. In practice, the mechanism for introducing the ABC method is disclosed, a comparative characteristic of the results of calculating the cost by the ABC method in comparison with the traditional one is shown. Conclusions are made about the advantages of the proposed method. The scientific novelty is the improvement of accounting tools when introducing the ABC method. A document has been developed to reflect information on the procedure for calculating the cost of livestock products. Recommendations are made on entering the necessary information into the accounting policy of the enterprise. **Conclusion.** After the introduction of the ABC method, the management will have the informational opportunity to analyze and manage the costs of the enterprise in order to improve production, expand the sales market, and increase competitiveness.

Key words: costs, management accounting, accounting methods, ABC method, prime cost

The author declares no conflict of interests.

For citation: Stafievskaya M. V. ABC method in accounting for agricultural enterprises. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 3 no. 3, pp. 315–324. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-315-324>

Введение

Целью любого коммерческого предприятия является получение прибыли. Рост инфляции постоянно требует от руководителя учитывать риски роста затрат [9]. Ежегодно для отражения процессов по формированию затрат и представ-

лению информации о них в целях управления разрабатывается учетная политика. Цель учета затрат – формирование информационной базы для управления [1].

Основные задачи учета затрат представлены на рисунке 1.

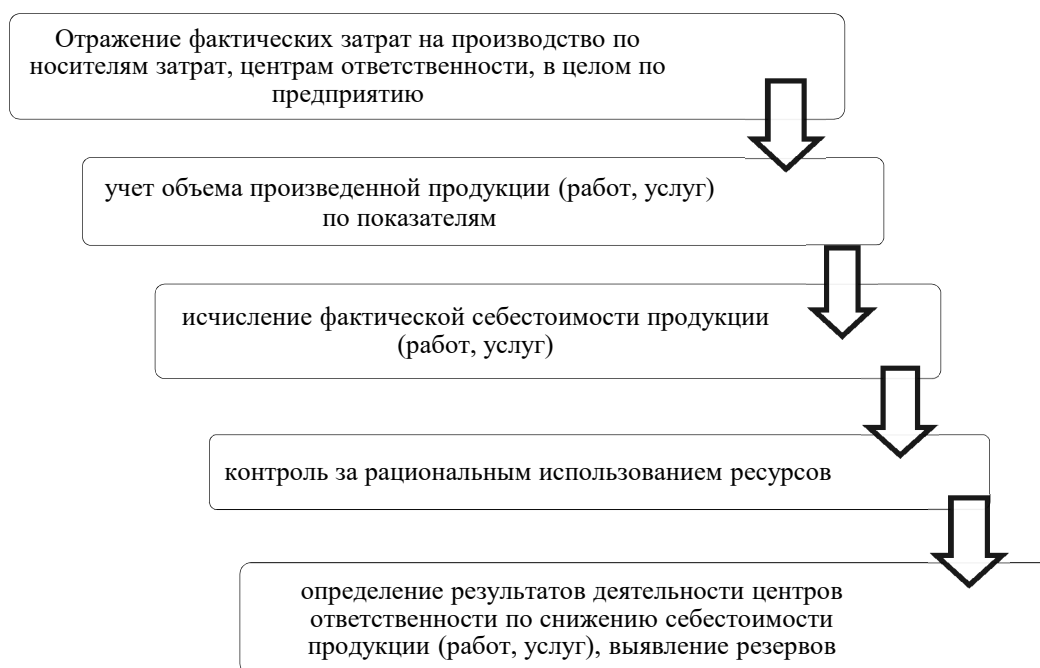


Рис. 1. Основные задачи учета затрат на производство экономического субъекта /

Fig. 1. The main tasks of accounting for production costs of an economic entity

Учет затрат и калькирование себестоимости продукции определяется видом деятельности, видом производства, размерами организации и

др. факторами [2]. Это определяет особенности используемых методов учета затрат в различных отраслях.

Целью исследования явилось изучение характеристики проблемы, связанной с учетом затрат на сельскохозяйственных предприятиях и разработка рекомендаций по совершенствованию учетно-аналитического инструментария в рамках управленческого учета.

Материалы и методы

Объектом исследования явилась деятельность действующего сельскохозяйственного предприятия Республики Марий Эл, специали-

зирующегося на производстве продукции животноводства. В исследовании использован логический анализ, монографический [4], методы индукции и дедукции.

Результаты исследования и обсуждения

В экономической литературе применяются понятия «затраты» и «расходы». При этом необходимо четкое разграничение этих понятий. Рассмотрим мнения ученых по рассматриваемой проблеме (рис. 2).

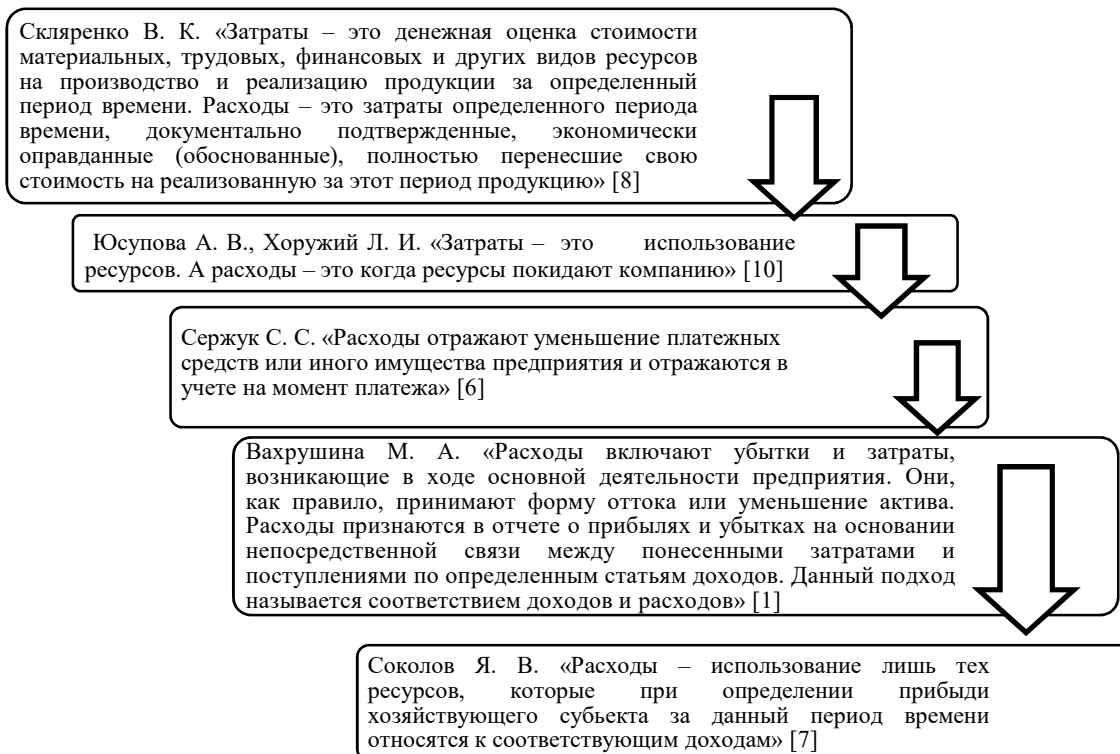


Рис. 2. Дискуссионные взгляды современных экономистов /
Fig. 2. Controversial views of modern economists

Ряд ученых придерживается позиции, что эти два понятия – синонимы. Можем ли мы согласиться с данным высказыванием? В бухгалтерском и налоговом учете мы применяем понятие «расходы». Понятие «затраты» используем, когда речь ведем о планировании, механизме оценки предприятия, т.е. в управленческом учете. Одна из точек зрения современных экономистов, что рассматриваемые понятия лишь использование большинства слов в русском языке. Об этом мы можем судить, анализируя ПБУ 10/99 «Расходы организации» и Налоговый кодекс РФ, где «затраты» и «расходы» смешиваются и используются во избежание тавтологии.

Анализируя мнения ученых, можно сделать вывод о наличии неоднозначности исследуемых понятий. Одно и то же понятие несет разную смысловую нагрузку и может в конечном итоге при управлении затратами нести негативную тенденцию. Следовательно, необходимо каждому субъекту четко формулировать трактовку данных понятий, закрепив в учетной политике предприятия. С нашей точки зрения, затраты – это оценка использованных ресурсов при производстве продукции, оказании услуг, выполнении работ, а расходы – это оценка объема ресурсов по проданной продукции, выполненным работам, оказанным услугам. Четкое разграничение данных понятий

позволит дать грамотную оценку затратам и расходам предприятия в целях управления.

Объектом калькулирования на сельскохозяйственных предприятиях являются группы продукции. По ним рассчитывают затраты по производству. Калькуляционные единицы – это показатели, обозначающие объекты калькуляции. Полученные результаты калькулирования себестоимости продукции являются базой для анализа и последующего определения возможных резервов снижения затрат [3]. Калькулирование себестоимости продукции в молочном скотоводстве проводим с целью: определения точки безубыточности для ориентира установления минимальной цены; контроля себестоимости продукции, предотвращения потерь из-за необоснованного роста себестоимости или ее недостаточного изменения; определения эффективности планируемых и реализуемых агротехнических, организационных, технологических мероприятий по совершенствованию производства; определения рентабельности производства.

Процесс расчета затрат по продукции животноводства осуществляем исходя из характеристик от-

дельных производств. Животноводство – это производство нескольких видов продукции, однако один из них определяем как основной, с целью которого и было создано производство. Остальные виды продукции считаем сопряженными. Основная продукция и сопряженная имеют самостоятельную ценность. Под побочным продуктом (вторичным) понимают продукты, полученные одновременно с основным продуктом, то есть продукты, которые сопровождают выпуск основного продукта. Объектами калькуляции являются молоко, потомство, прирост живой массы, шерсть и другие продукты. Побочные продукты животноводства включают навоз, выброс шерсти. Возьмем за основу действующее сельскохозяйственное предприятие «S». Все затраты по производству продукции животноводства распределяем: молоко – 90 %, прирост – 10 %. Стоимость 1 центнера молока рассчитываем путем деления суммы затрат, связанных с его производством, на физический вес полученного молока и основных затрат на потомство путем деления затрат, к которому он относится, на количество полученного потомства.

Таблица 1 / Table 1

Информация из производственного отчета предприятия «S» /
Information from the production report of the enterprise «S»

№	Информационные данные / Information data	Произведено / Produced	Сумма, тыс.руб. / Amount, thousand rub.
1	Затраты основного стада КРС	-	469226
2	Произведено молока, ц	278493	420719
3	Прирост стада, голов	3725	46734
4	Получено навоза, т	3506	1753
5	Молоко на выпойку телятам	59708	-
6	Реализовано молока	218785	-

Таблица 2 / Table 2

Расчет себестоимости процессным методом / Cost calculation by the process method

№	Информационные данные / Information data	Результат / Result	Методика расчета / Calculation method
1	2	3	4
1	Затраты на произведенную продукцию (основные и дополнительные), тыс. руб	467473	469 226 – 1 753
2	Затраты на молоко и прирост:		
2.1	Молоко, тыс. руб.	420 725,7	467 473 * 0,9
2.2	Приплод, тыс. руб.	46 747,3	467 473 * 0,1
3	Себестоимость молока, руб./ц	1510,7	420 725,7 / 278 493
4	Себестоимость приплода, руб./гол.	12 549,6	46 747,3 / 3 725

Окончание табл.

1	2	3	
5	Калькуляционная разница:		
5.1	Молоко, тыс. руб	6,7	420 725,7 – 420 719
5.2	Приплод, тыс. руб.	13,3	46 747,3 – 46 734
6	Калькуляционная разница на единицу продукции, руб./ц	0,000024	6,7 / 278 493
7	калькуляционные разницы:		
7.1	на выпойку телят	1,43	0,000024 * 59 708
7.2	на продажу молока	5,25	0,000024 * 218 785
8	Себестоимость центнера молока, руб.	1 510,7	
9	Себестоимость головы приплода, руб.	12 549,6	

Наиболее приемлемым методом, на наш взгляд, который необходимо внедрить на сельскохозяйственное предприятие, является АВС-метод. Рассмотрим практический механизм.

Произведем расчет себестоимости методом АВС по следующим этапам:

1. Сформируем реестр и классификатор действий.

2. Выберем и утвердим драйвер для действий (определяющий фактор количественно измеряемый).

3. Сформируем и утвердим требования к первичной документации с целью получения ин-

формации о величине произведенных затрат.

4. Оформим первичные документы в соответствии с требованиями метода.

5. Сгруппируем и обобщим информацию о затратах в единый комплекс.

6. Произведем расчет ставок драйверов в разрезе функций.

7. Рассчитаем затраты на объекты.

Рассчитаем прямые производственные затраты.

Распределим накладные расходы. Определим накопитель затрат и драйвер на предприятии «S» (табл. 4).

Отразим затраты по процессу (табл. 5).

Таблица 3 / Table 3

Расчет прямых производственных затрат / Calculation of direct production costs

Информационные данные / Information data	Молоко, ц / Milk, hwt	Приплод, голов / Animal yield, heads	Всего / Total
Объем производства, руб.	278493	3725	282218
Прямые трудозатраты чел/час	3285	3285	-
Общее время, час	300000	370000	670000
Прямые материальные затраты на ед. продукции, руб.	933	7910	8843
Всего прямых материальных затрат, руб.	289816791	28345759	318162550
Всего прямых затрат на оплату труда, руб.	67095241	7372285	74467526

Таблица 4 / Table 4

Накопители затрат и драйверы на предприятии «S» / Cost accumulators and drivers at enterprise «S»

Накопитель затрат по процессу / Process cost accumulator	Драйвер затрат за 1 год / 1 year cost driver	Код накопителя / Driver code
1	2	3
Доставка рабочих к месту работы	Число доставок	S100

Окончание табл.

1	2	3
Ремонт транспорта и оборудования	Число переналадок	S101
Амортизация транспортных средств	Число использования транспортных средств	S102
Топливо, количество	литры	S103
Коммунальные услуги	кВт/ч.	S104

Таблица 5 / Table 5

**Идентифицирование производственных процессов и определение затрат на предприятии «S» /
Identification of production processes and determination of costs at the enterprise «S»**

Накопитель затрат по процессу / Process cost accumulator	Затраты по процессу, руб. / Process costs, rub.	Значение / Value	
		Молоко, ц / Milk, hwt	Приплод, ц / Animal yield, hwt
S100	433057	365	283
S101	575536	134	81
S102	41601999	365	283
S103	13592909	244892	26908
S104	12065989	1359	149
Итого	61268591		

Делением объема затрат по процессу на драйвер затрат определяем расчет ставки драйвера.

Используем полученные значения для объектов калькулирования.

Таблица 6 / Table6

Расчет ставок драйверов / Calculation of driver rates

Вид деятельности / Type of activity	Затраты, руб. / Costs, rub.	Значение носителя затрат (число операций) / Cost object value (number of operations)	Ставка / Rate
S100	433057	648	668,3
S101	575536	215	2676,9
S102	41601999	648	64200,6
S103	13592909	271800	50
S104	12065989	1508	8001,3

Таблица 7 / Table7

Расчет ставок драйверов по процессам / Calculation of driver rates by process

Вид деятельности / Type of activity	Ставка драйвера затрат / Cost driver rate	Молоко, ц / Milk, hwt		Приплод, голов / Animal yield, heads	
		Количество операций / Number of operations	Стоимость, руб. / Cost, rub.	Количество операций / Number of operations	Стоимость, руб. / Cost, rub.
1	2	3	4	5	6
S100	668,3	365	254741	283	178316
S101	2676,9	134	414386	81	161150

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6
S102	64200,6	365	37483401	283	4118598
S103	50	244892	12244597	26908	1348312
S104	8001,3	1359	10871466	149	1194523
Всего накладных расходов			61268591		7000899
Объем производства			278493		3725
Накладные расходы в расчете на ед. продукции			220		1879,4

Метод ABC нам позволяет наглядно пос-
татейно проанализировать затраты по каждой
группе и выявить причину отклонений.

Исчисляем себестоимость продукции (табл. 8).
Сопоставим результаты по двум полученным
методам (табл. 9).

Таблица 8 / Table8

Расчет себестоимости методом ABC / Calculation of the cost price using the ABC method

Статья затрат / Cost item	Молоко, ц / Milk, hwt	Приплод, голов / Animal yield, heads	Всего / Total
1. Производственные прямые затраты			
Материальные затраты	259816791	28345759	288162550
Затраты на оплату труда	67095241	7372285	74467526
Отчисления на социальные нужды	29029746	3189728	32219474
Совокупная величина прямых затрат	355941778	38907772	394849550
2. Производственные накладные затраты			
S100	254741	178316	433057
S101	414386	161150	575536
S102	37483401	4118598	41601999
S103	12244597	1348312	13592909
S104	10871466	1194523	12065989
Совокупная величина накладных затрат	61268591	7000899	68269490
Всего затрат	417210369	45908671	463119040
Объем производства	278493	3725	282218
Себестоимость, руб.	1498,1	12324,5	-

Таблица 9 / Table 9

Сравнительная характеристика / Comparative characteristics

Продукция / Products	Попроцессный метод / Process method	Метод ABC / ABC method	Прирост / снижение / Increase / decrease	Темп роста/снижения, % / Growth/decline rate, %
Молоко, ц	1510,7	1498,1	-12,6	99
Приплод, голов	12549,6	12324,5	-225,1	98

Метод ABC нам показал значительно ниже себестоимость продукции по сравнению с традиционным.

При внедрении данной системы необходимо подойти серьезно к внесению изменений в первичную документацию или к ее разработке в це-

лях оперативного отражения информации о затратах в процессах производства. Мы предлагаем для порядка исчисления себестоимости вести рабочий документ «Калькуляционный регистр» (рис. 3), внедрение которого следует закрепить в учетной политике предприятия.

Калькуляционный регистр

Молоко, ц	Молоко, ц	Приплод, голов	Всего
Объем производства, руб.			
Прямые трудозатраты чел / час			
Общее время, час			
Прямые материальные затраты на ед.продукции, руб.			
Всего прямых материальных затрат, руб.			
Всего прямых затрат на оплату труда, руб.			
Накопитель затрат по процессу	Затраты по процессу	Молоко, ц	Приплод, голов
S100			
S101			
S102			
S103			
S104			
Итого			

Деятельность	Затраты, руб.	Значение носителя затрат (число операций)	Ставка
S100			
S101			
S102			
S103			
S104			

Деятельность	Ставка драйвера	Молоко, ц		Приплод, голов	
		операции	стоимость	операции	стоимость
S100					
S101					
S102					
S103					
S104					
накладных расходы					
Объем производства					
Накладные расходы в расчете на ед. продукции					

Рис. 3. Рабочий документ «Калькуляционный регистр» / Fig. 3. Working paper "Calculation register"

АВС-метод позволяет руководству видеть реальную картину расходов и затрат, которые можно оптимизировать, с точностью исчислить себестоимость сельскохозяйственной продукции, с соответствующим соотношением затрат по ее видам, местам возникновения, процессам. Определение максимально точной себестоимости сельскохозяйственной продукции позволяет установить нижний уровень цены, снижение которого приведет к убыточности предприятия. Реальная картина расходов и затрат, их удельный вес в себестоимости позволит руководству принимать управленческие решения по их оптимизации или поддержанию [5].

Заключение

После внедрения АВС-метода руководство получит информационную возможность анализировать затраты предприятия в целях совершенствования производства, расширения рынка сбыта, даст возможность руководству принимать обоснованные решения и, соответственно, добиваться конкурентного преимущества на рынке.

Для предприятий, где бизнес-процессы состоят из большого количества операций, предпочтительно выбрать АВС-метод, так как он дает возможность установить контроль над расходами на стадии их возникновения. Оценка реальной себестоимости повлияет на результативность бизнеса, снижение себестоимости, соответственно, на развитие экономики хозяйствующего субъекта.

1. Вахрушина М. А. Проблемы и перспективы развития российского управленческого учета // Международный управленческий учет. 2014. № 33 (327). С. 12–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-rossiyskogo-upravlencheskogo-ucheta/viewer> (дата обращения: 25.06.2021).
2. Грубый В. А., Пизенгольц В. М., Сауренко Т. Н. Развитие отечественного АПК – главное направление продовольственной независимости страны // Экономика и управление народным хозяйством. 2016. № 10 (143). С. 39–42. URL: http://ecs.ru/files/pdf/201610/201610_39.pdf (дата обращения: 20.06.2021).
3. Мизиковский И. Е. Модели распределения косвенных затрат предприятия // Аудит и финансовый анализ. 2012. № 4. С. 25–27. URL: http://www.auditfin.com/fin/2012/4/2012_IV_02_03.pdf (дата обращения: 23.06.2021).
4. Мхитарян В. С., Сарычева Т. В. Прогнозирование занятости населения в российской федерации по видам экономической деятельности // Вопросы статистики. 2017. № 3. С. 18–29. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29101118> (дата обращения: 23.06.2021).
5. Оголихина С. Д., Стрельников Е. В. Развитие сельского хозяйства России в условиях современного экономического кризиса // Аэкономика. 2017. № 5 (17). С. 1–8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-selskogo-hozyaystva-rossii-v-usloviyah-sovremennogo-ekonomicheskogo-krizisa> (дата обращения: 18.06.2021).
6. Сержук С. С. Сравнительный анализ теоретических трактовок определения понятия затрат предприятия // Вестник удмуртского университета. 2011. № 3. С. 58–61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-teoreticheskikh-traktovok-opredeleniya-ponyatiya-zatrat-predpriyatiya> (дата обращения: 18.06.2021).
7. Соколов А. Ю. Подготовительная работа к мероприятиям по сокращению затрат // Все для бухгалтера. 2006. № 22 (190). С. 28–30. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovitel'naya-rabota-k-meropriyatiyam-po-sokrascheniyu-zatrat/viewer> (дата обращения: 26.06.2021).
8. Складенко В. К. В чем разница между затратами, расходами и издержками? // Элетариум. 2016. С. 1–5. URL: http://www.stavropolie.ru/publication.php?publication_id=1344 (дата обращения: 22.06.2021).
9. Стафиевская М. В., Петрова В. О. Разработка моделей процессов с целью снижения риска и неопределенности // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. 2017. Т. 3. № 2 (10). С. 83–89. URL: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1402> (дата обращения: 21.06.2021).
10. Юсупова А. В., Хоружий Л. И. Различия понятий «издержки», «затраты», «расходы», их отражение в российских и международных стандартах бухгалтерского учета // Время бухгалтера. 2012. № 11. С. 25–31. URL: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013007723> (дата обращения: 24.06.2021).

Статья поступила в редакцию 08.07.2021 г.; одобрена после рецензирования 05.08.2021 г.; принята к публикации 12.09.2021 г.

Об авторе

Стафиевская Мария Владимировна

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1912-2238>, Stafievskaya16@mail.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Vakhrushina M. A. Problemy i perspektivy razvitiya rossiiskogo upravlencheskogo ucheta [Problems and prospects of managerial accounting development in Russia]. *Mezhdunarodnyi upravlencheskii uchët* = International Management Accounts, 2014, no. 33 (327), pp. 12–23. Available <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-rossiyskogo-upravlencheskogo-ucheta/viewer> (accessed: 25.06.2021). (In Russ.).
2. Grubiy V. A., Pizengolts V. M., Saurenko T. N. Razvitie otechestvennogo APK – glavnoe napravlenie prodovol'stvennoi nezavisimosti strany [The development of the national agro-industrial complex is the main direction of the country's food independence]. *Ekonomika i upravlenie narodnym khozyaistvom* = Economics and Management of the National Economy, 2016, no.10 (143), pp.39–42. Available at: http://ecs.ru/files/pdf/201610/201610_39.pdf (accessed: 20.06.2021). (In Russ.).
3. Mizikovskii I. E. Modeli raspredeleniya kosvennykh zatrat predpriyatiya [Models of distribution of indirect costs of an enterprise]. *Audit i finansovyy analiz* = Audit and Financial Analysis, 2012, no.4, pp. 25–27. Available at: http://www.auditfin.com/fin/2012/4/2012_IV_02_03.pdf (accessed: 23.06.2021). (In Russ.).
4. Mkhitarian V. S., Sarycheva T. V. Prognozirovaniye zanyatosti naseleniya v rossiiskoi federatsii po vidam ekonomicheskoi deyatel'nosti [Forecasting the employment of the population in the Russian Federation by types of economic activity]. *Voprosy statistiki* = Questions of Statistics, 2017, no. 3, pp. 18–29. Available at: http://www.stavropolie.ru/publication.php?publication_id=1344 (accessed: 22.06.2021). (In Russ.).
5. Ogolikhina S. D., Strelnikov E. V. Razvitie sel'skogo khozyaistva Rossii v usloviyakh sovremennogo ekonomicheskogo krizisa [The development of Russia's agriculture in the current economic crisis]. *Aekonomika* = Aekonomika, 2017, no. 5 (17), pp. 1–8. Available at: <http://aeconomy.ru/science/economy/razvitie-selskogo-khozyaystva-rossii/> (accessed: 18.06.2021). (In Russ.).
6. Serzhuk S. S. Sravnitel'nyi analiz teoreticheskikh traktovok opredeleniya ponyatiya zatrat predpriyatiya [The comparative analysis of theoretical treatments for the definition of the concept of costs incurred by an enterprise]. *Vestnik udmurtskogo universiteta* = Bulletin of Udmurt University, 2011, no.3. pp. 58–61. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-selskogo-khozyaystva-rossii-v-usloviyakh-sovremennogo-ekonomicheskogo-krizisa> (accessed: 18.06.2021). (In Russ.).
7. Sokolov A. Yu. Podgotovitel'naya rabota k meropriyatiyam po sokrashcheniyu zatrat [Preparatory work for cost-cutting activities]. *Vse dlya bukhgaltera* = Everything for an accountant, 2006, no. 22 (190), pp. 28–30. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-teoreticheskikh-traktovok-opredeleniya-ponyatiya-zatrat-predpriyatiya> (accessed: 18.06.2021). (In Russ.).
8. Sklyarenko V. K. V chem raznitsa mezhdru zatratami, raskhodami i izderzhkami? [What is the difference between costs, expenses and costs?]. *Eletarium* = Eletarium, 2016, pp. 1–5. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovitel'naya-rabota-k-meropriyatiyam-po-sokrascheniyu-zatrat/viewer> (accessed: 26.06.2021). (In Russ.).
9. Stafievskaya M. V., Petrova V. O. Razrabotka modelei protsessov s tsel'yu snizheniya riska i neopredelennosti [Development of process models to reduce risk and uncertainty]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2017, vol. 3, no. 2 (10), pp. 83–89. Available at: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1402> (accessed: 21.06.2021). (In Russ.).
10. Yusupova A. V., Khoruzhiy L. I. Razlichiya ponyatii "izderzhki", "zatraty", "raskhody", ikh otrazhenie v rossiiskikh i mezhdunarodnykh standartakh bukhgalterskogo ucheta [Differences between the concepts of "costs", "costs", "expenses", their reflection in Russian and international accounting standards]. *Vremya bukhgaltera* = Accountant time, 2012, no. 11, pp. 25–31. Available at: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013007723> (accessed: 24.06.2021). (In Russ.).

The article was submitted 08.07.2021; approved after reviewing 05.08.2021; accepted for publication 12.09.2021.

About the author

Maria V. Stafievskaya

Ph. D. (Economics), Associate Professor of the Department of Economics, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1912-2238>, Stafievskaya16@mail.ru

The author has read and approved the final manuscript.

**ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДОСТАВЛЯЕМОМУ МАТЕРИАЛУ
В ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА.
СЕРИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ»»**

Уважаемые авторы!

Редакционная коллегия журнала просит вас обратить внимание на *следующие требования*:

1. Индекс УДК статьи, код и расшифровка научной специальности.
2. Заглавие на русском и английском языках.
3. Инициалы и фамилия автора(ов) (не более 4-х) (также транслит).
4. **Сведения об авторе(ах)** – фамилия, имя, отчество, место работы (название организации (рус./англ.) должно совпадать с названием в Уставе), город, страна, набирают строчными буквами, светлым курсивом, располагают по центру (также перевод на англ. яз.). При транслитерации ФИО автор должен придерживаться единообразного их написания во всех статьях.
5. **Аннотация.** Набирают строчными буквами, шрифт прямой светлый, располагают по ширине. **Аннотация должна быть на русском и английском языках.** Текст аннотации должен включать не менее 200–250 слов. Текст должен быть структурированным, т. е. повторять в кратком виде рубрики статьи: **введение, цель исследования; материалы и методы; результаты, обсуждение; заключение.**
6. **Ключевые слова** (6–10 слов и словосочетаний) выбирают из текста публикуемого материала. Набирают на русском и английском языках строчными буквами, шрифт прямой светлый, располагают отдельной строкой по ширине.
7. **Благодарности** (необязательный элемент статьи). Автор выражает: признательность коллегам, научному руководителю за помощь, благодарность фондам и учреждениям за финансовую поддержку исследования.
8. **Текст статьи** необходимо набирать 14 кг, поля – 2 см, шрифт – Times New Roman, 1,5 интервал). Объем – 10–15 страниц. *В объем входят аннотация, текст, таблицы, рисунки, список литературы.* Статья должна быть структурирована, т. е. содержать введение, цель исследования; материалы и методы; результаты, обсуждение; заключение. Все названия, подписи и структурные элементы графиков, таблиц, схем и т. д. оформляются на русском и английском языках. Статья должна содержать *внутритекстовые библиографические ссылки*, оформленные в квадратных скобках, со ссылкой на порядковый номер использованной работы в приставленном списке литературы, например: [2]. Если ссылка приводится на конкретный фрагмент текста документа, в отсылке указываются также страницы, на которых помещен объект ссылки, например: [2, с. 81]. Если ссылка включает несколько использованных работ, то внутри квадратных скобок они разделяются точкой с запятой, например: [4, с. 15; 5, с. 123].
9. **Список литературы** (ГОСТ Р 7.0.5–2008) под заголовком «Литература» (располагается по центру), приводится в конце статьи. Список литературы включает в себя **не менее 10 наименований**, из них 5 – обязательно научные статьи по соответствующей тематике, изданные за последние 3–5 лет с указанием DOI статьи или ссылкой на нее в Интернете (например, в e-library или «КиберЛенинке»). Издания в списке располагаются в алфавитном порядке, сначала на русском, затем на иностранных языках. Далее список литературы *транслитерируется* и переводится. Внимание! В список литературы помещаются ТОЛЬКО научные статьи и монографии. Учебники, учебные пособия в библиографию не включаются. Также не следует включать в список литературы диссертации и авторефераты диссертаций из-за их труднодоступности для читателя. Источники, федеральные законы, архивные документы, акты, статистические данные литературные произведения оформляются в виде постраничных сносок.
10. Аффiliation авторов Ф. И. О., организация(и), адрес организации(й) (требуется указать все места работы автора, в которых выполнялись исследования (постоянное место, место выполнения проекта и др.)), должность и ученое звание, ORCID ID, электронная почта, телефон, почтовый адрес для отправки авторского экземпляра. Приводится на русском и английском языках.
11. Вклад соавторов. В конце рукописи авторам необходимо включить примечания, в которых разъясняется фактический вклад каждого соавтора в выполненную работу. Порядок указания авторов и соавторов статьи согласуется ими самостоятельно. Приводится на русском и английском языках.
12. Для аспирантов и соискателей необходимо приложить скан отзыва научного руководителя с подписью и печатью. Отзыв научного руководителя не является гарантом опубликования статьи, решение будет приниматься исключительно по результатам двойного слепого рецензирования. Кандидатам, докторам наук сопроводительные рецензии не требуются.

Статьи, оформленные в соответствии с требованиями, необходимо отправлять на vestnik.margu@mail.ru

Материалы, оформленные не по требованиям, редакцией не рассматриваются.

Просим обратить внимание! Не допускается направление в редакцию уже опубликованных статей или статей, отправленных на публикацию в другие журналы. В случае обнаружения одновременной подачи рукописи в несколько изданий опубликованная статья будет ретрагирована (отозвана из печати). Мониторинг несанкционированного цитирования осуществляется с помощью систем «Антиплагиат».

Все спорные вопросы решаются в переписке, вся переписка сохраняется.

Телефон для справок: 8 (8362) 68-79-97 (1565)

Проректор по НР и ИД – директор Программы развития опорного университета – **Леухин Анатолий Николаевич**

Ответственный секретарь, зав. редакцией научных журналов – **Крылова Ольга Сергеевна** (vestnik.margu@mail.ru)

FOR AUTHORS

Dear authors!

Please pay attention to the following requirements:

1. Article **UDC** index.

2. The title is in Russian and English.

3. Initials and surname of the author(s) (no more than 4) (also translit).

4. **Information about the author(s)** – first name, patronymic, and surname, place of work (name of the organization (Rus/Eng) must match the name in the Charter), city, country, should be written in lower-case letters, light italic type, and centered (as well as English translation). When transliterating first and last names, the author must adhere to uniform spelling in all articles.

5. **Abstract**. Lower-case letters, font direct light, a width. The abstract should be in Russian and in English. Abstract should be a minimum of 200–250 words. The text should be structured, that is, should briefly repeat the heading of the article: purpose of the study; materials and methods; results, discussions; conclusion.

6. **Keywords** (6–10 words and phrases) are chosen from the text of the published material. They should be written in the Russian and English languages by lower case letters, font direct light, in the separate line by width.

7. **Acknowledgements** (optional element in the article). The author expresses his gratitude to colleagues or supervisor for help, thanks to funds and institutions for their financial support of the study.

8. **Text of article** should be printed in 14 pt, margins – 2 cm, type – Times New Roman, interval – 1,5). Volume – 10–15 pages. Abstract, text, tables, illustrations and list of references are a part of this amount. The article should be structured, i.e. contain the introduction, the purpose of the study; materials and methods; results, discussion; conclusion. All names, notes and structural elements of graphs, tables, schemes, etc. should be made both in Russian and in English. The article should contain inline bibliographic references, enclosed in square brackets, with reference to the sequence number of the work used in the list of literature, such as: [2]. If the link is to a specific piece of the text, you must specify the page on which the reference object is placed, for example: [2, p. 81]. If the reference includes several works, it is separated by semicolons inside the square brackets, for example: [4, p. 15; 5, p. 123].

9. **References** (GOST R 7.0.5-2008) under the heading “References” (located in the center) is given at the end of the article. The list of references includes no less than 10 titles, 5 of them are research papers on relevant topics, published in the last 3–5 years, with the DOI indicated of the reference to it on the Internet (e.g. e-library). Publications in the list are arranged in alphabetical order, first in Russian, then in foreign languages. Then the bibliography is transliterated and translated. Attention! The list of literature contains ONLY scientific articles and monographs. Textbooks and tutorials are not included in the references. Do not include in the list of literature dissertations and abstracts of dissertations because of their inaccessibility to the reader. Sources, federal laws, archival documents, acts, statistics, literary works are made out in the form of footnotes.

10. Author affiliation, full name, organization(s), address of organization(s) (it is required to indicate all the author's places of employment where the research was carried out (permanent place, place of project implementation, etc.)), position and academic title, ORCID ID, e-mail, phone, mailing address for sending the author's copy. It is given both in Russian and in English.

11. Contribution of co-authors. At the end of the manuscript, the authors should include the notes that explain the actual contribution of each co-author to the study done. The order of the authors and co-authors of the article is agreed independently. It is given both in Russian and in English.

12. Graduate students and applicants should attach scanned reviews of the supervisor, signed and stamped. The review of the supervisor does not guarantee publication, the decision will be made solely on the results of the double-blind peer review. Applicants, doctors shouldn't have accompanying review.

All publications are free.

Articles drawn up in accordance with the requirements, should be sent to e-mail: vestnik.margu@mail.ru

The editorial board does not accept materials written with violation of the requirements.

Please pay attention! It is not allowed to send to the editorial board already published articles or articles sent for publication in other journals. If a simultaneous submission of a manuscript to several publications is found, the published article will be retracted (called back from the printing). Monitoring of unauthorized citation is made with the “Anti-plagiarism” systems.

All dispute issues are discussed in correspondence, all correspondence is saved.

Telephone: 8 (8362) 68-79-97 (1565)

Vice-Rector for Research and Innovation, Director of the Development Programme of the University – **Anatoliy N. Leukhin**

Head of the editorial board of scientific journals – **Olga S. Krylova** (vestnik.margu@mail.ru)