



# Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

2018 Том 13 № 1

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1

<http://journals.rudn.ru/agronomy>

Научный журнал

Издается с 2006 г.

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)  
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-61171 от 30.03.2015 г.

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»

---

## Главный редактор

**В.Г. Плющиков**, доктор с.-х. наук, профессор, директор АТИ РУДН, РУДН, Россия

## E-mail:

[plushchikov\\_vg@rudn.university](mailto:plushchikov_vg@rudn.university)

## Заместитель

### главного редактора

**В.Е. Никитченко**, доктор вет. наук, профессор АТИ РУДН, РУДН, Россия

## E-mail:

[nikitchenko\\_ve@rudn.university](mailto:nikitchenko_ve@rudn.university)

## Ответственный

### секретарь

**А.А. Терехин**, кандидат с.-х. наук, доцент АТИ РУДН, РУДН, Россия

## E-mail:

[terekhin\\_aa@rudn.university](mailto:terekhin_aa@rudn.university)

## Члены редакционной коллегии

**Аббуд Мария Аби Сааб**, доктор философии (биология), Национальный центр исследований морской фауны Ливана (Ливан)

**Аллахвердиев С.Р.**, доктор с.-х. наук, профессор Бартынского университета леса (г. Бартын, Турция)

**Балестра Г.М.**, доктор философии (биология), ведущий научный сотрудник университета Туски факультета сельского и лесного хозяйства, природопользования и энергетики (Италия)

**Ватников Ю.А.**, доктор вет. наук, профессор, директор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН (Москва, Россия)

**Игнатов А.Н.**, доктор биол. наук, профессор агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института РУДН, ведущий научный сотрудник НЦ «Биоинженерии» РАН (Москва, Россия)

**Кузнецов Вл.В.**, доктор биол. наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева (Москва, Россия)

**Левин Юджин**, доктор философии (фотограмметрия), Директор магистерских программ школы технологий Мичиганского технологического университета (США)

**Маззаглия А.**, доктор философии (биология), научный сотрудник университета Туски факультета сельского и лесного хозяйства, природопользования и энергетики, отдел бактериологии (Италия)

**Норман В. Шаад**, доктор философии (биология), профессор, ведущий бактериолог отдела зарубежных болезней и сорных растений Министерства сельского хозяйства США (США)

**Рикардо Валентини**, доктор биол. наук, профессор Университета Туши (г. Витербо, Италия)

**Сааб Аби Сааб**, доктор философии (биология), ведущий научный сотрудник отдела физиологии и искусственного осеменения животных Либенского университета Ливана (Ливан)

**Савин И.Ю.**, доктор с.-х. наук, профессор, заместитель директора по научной работе Почвенного института им. В.В. Докучаева ФАНО (Россия)

**Уша Б.В.**, Заслуженный деятель науки и техники РФ, Академик РАН, доктор вет. наук, профессор, директор Института ветеринарной экспертизы, санитарии и экологии МГУПП (Россия)

# **Вестник Российского университета дружбы народов.**

## **Серия: АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО**

**ISSN 2312-7988 (online); 2312-797X (print)**

4 выпуска в год.

<http://journals.rudn.ru/agronomy>

Входит в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ.

Языки: русский, английский, французский, немецкий, испанский.

Материалы журнала размещаются на платформе РИНЦ Российской научной электронной библиотеки, Electronic Journals Library Cyberleninka.

### **Цели и тематика**

Журнал *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство* (*Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство*) — периодическое международное рецензируемое научное издание в области агрономии. Журнал является международным как по составу редакционной коллегии и экспертного совета, так и по авторам и тематике публикаций.

Журнал предназначен для публикаций результатов фундаментальных и прикладных научных исследований российских и зарубежных ученых в виде научных статей, обзорных научных материалов, научных сообщений, библиографических обзоров по определенным темам научных исследований. В журнале могут быть опубликованы материалы, научная ценность которых и пригодность для публикации оценена редакционной коллегией журнала.

В состав редакционной коллегии входят 13 специалистов, внесших значительный вклад в развитие сельского хозяйства, все — доктора наук, в том числе 1 академик РАН, 6 обладателей ученых степеней, полученных в иностранных государствах.

Редакционная коллегия журнала приглашает к сотрудничеству специалистов, работающих по направлениям агрономия, животноводство, ветеринарно-санитарная экспертиза, землеустройства и кадастра, ландшафтная архитектура, для подготовки специальных тематических выпусков.

Правила оформления статей, архив и дополнительная информация размещены на сайте: <http://journals.rudn.ru/agronomy>.

Электронный адрес: [agrojournalrudn@rudn.university](mailto:agrojournalrudn@rudn.university).

---

**Литературный редактор: К.В. Зенкин**  
**Компьютерная верстка: Е.П. Довголевская**  
**Адрес редакции:**

115419, Москва, Россия, ул. Орджоникидзе, д. 3  
Тел.: (495) 955-07-16; e-mail: [ipk@rudn.university](mailto:ipk@rudn.university)

#### **Почтовый адрес редакции**

117198, Москва, Россия, ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2  
Тел.: (495) 434-70-07  
e-mail: [agrojournalrudn@rudn.university](mailto:agrojournalrudn@rudn.university)

Подписано в печать 12.03.2018. Выход в свет 20.03.2018. Формат 70×100/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 9,30. Тираж 500 экз. Заказ № 22. Цена свободная.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов» (РУДН)  
117198, Москва, Россия, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Отпечатано в типографии ИПК РУДН  
115419, Москва, Россия, ул. Орджоникидзе, д. 3,  
тел. (495) 952-04-41; [ipk@rudn.university](mailto:ipk@rudn.university)

© Российский университет дружбы народов, 2018



## RUDN JOURNAL OF AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES

2018 VOLUME 13 No. 1  
DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1  
<http://journals.rudn.ru/agronomy>

Founded in 2006

Founder: PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA

---

### EDITOR-IN-CHIEF

*Professor Dr. Plyushchikov V.G.*  
RUDN University, Russia

#### E-mail:

[plushchikov\\_vg@rudn.university](mailto:plushchikov_vg@rudn.university)

### DEPUTY CHIEF EDITOR

*Professor Dr. Nikitchenko V.E.*  
RUDN University, Russia

#### E-mail:

[nikitchenko\\_ve@rudn.university](mailto:nikitchenko_ve@rudn.university)

### EXECUTIVE SECRETARY

*Dr. Teryokhin A.A.*

RUDN University, Russia

#### E-mail:

[terekhin\\_aa@rudn.university](mailto:terekhin_aa@rudn.university)

### EDITORIAL BOARD

**Abbud Maria Abi Saab**, Doctor of Philosophy (Biology), the National Centre of Sea Animals Research (Lebanon)

**Allakhverdiev S.R.**, Doctor of Agriculture, Professor of the University of Forestry (Bartyn, Turkey)

**Balestra G.M.**, Doctor of Philosophy (Biology), leading researcher of Tuscia University, Department of Agriculture and forestry, natural resources and energy (Italy)

**Vatnikov U.A.**, Doctor of Veterinary, Professor, Director of the Clinical Medicine Department of ATI of PFUR of RUDN University (Moscow, Russia)

**Ignatov A.N.**, Doctor of Biology, professor of the Agrobiotechnological Department of ATI of PFUR, leading researcher of the Centre of Scientific Research "Bioengineering", Russian Academy of Natural Sciences (Russia)

**Kuznetsov V.V.**, Doctor of Biology, professor, corresponding member of Russian Academy of Natural Sciences, Director of the Plant Physiology Institute of Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Russia)

**Levin Eugene**, Doctor of Philosophy (photogrammetry), Director of the Master's Programs of the School of Technology, Michigan Technological University (USA)

**Mazzaglia A.**, Doctor of Philosophy (Biology), researcher of Tuscia University, Department of Agriculture and forestry, natural resources and energy, the Branch of Bacteriology (Italy)

**Norman A. Shaad**, Doctor of Philosophy (Biology), professor, leading bacteriologist of the Branch of Foreign diseases and weed plants of Ministry of Agriculture (USA)

**Ricardo Valentini**, Doctor of Biology, Professor of Tuscia University (Viterbo, Italy)

**Saab Abi Saab**, Doctor of Philosophy (Biology), leading researcher of the Branch of Physiology and artificial insemination of animals of the American University of Beirut (Lebanon)

**Savin I.U.**, Doctor of Agriculture, professor, Deputy Director of Scientific Research of Dokuchaev Soil Science Institute, Federal Scientific Organizations Agency (Russia)

**Usha B.V.**, Honoured Scientist of RF, Academician of Russian Academy of Natural Sciences, Doctor of Veterinary, professor, Director of the Institute of veterinary inspection, sanitary and ecology, Moscow State University of Food Production (Russia)

**RUDN JOURNAL OF AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES**  
**Published by the Peoples' Friendship University of Russia**  
**(RUDN University), Moscow, Russian Federation**

**ISSN 2312-7988 (online); 2312-797X (print)**

4 issues per year

<http://journals.rudn.ru/agronomy>

Languages: Russian, English, French, German, Spanish.

**Aims and Scope**

*RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries* — a period international reviewed scientific publication in the field of agronomy. The journal is international both in terms of the editorial structure and expert board and authors and subjects of publications.

The journal is intended to publish results of the fundamental and applied scientific researches of the Russian and foreign scientists in the form of scientific articles, review scientific material, bibliographical reviews on specific topics of scientific researches. The journal may publish the materials with the scientific value and suitability for publication valued by the journal editorial board.

The composition of the Editorial Board consists of 13 professionals who have made a significant contribution to the development of agriculture, all — the doctor of sciences, including 1 academician of the Russian Academy of Sciences, 6 holders of academic degrees obtained in foreign countries.

The editorial board of the journal invites for cooperation the professionals engaged in such spheres as agronomy, animal industries, veterinary-sanitary expertise, land development and cadaster, landscape architect to prepare special thematic issues.

The editors are open to thematic issue initiatives with guest editors.

Further information regarding notes for contributors, subscription, and back volumes is available at <http://journals.rudn.ru/agronomy>.

**E-mail:** [agrojournalrudn@pfur.ru](mailto:agrojournalrudn@pfur.ru).

---

**Editor** *K.V. Zenkin*

**Computer design** *E.P. Dovgolevskaya*

**Address of the Editorial Board:**

3 Ordzhonikidze str., 115419 Moscow, Russia  
Ph. +7 (495) 952-04-41; e-mail: [ipk@rudn.university](mailto:ipk@rudn.university)

**Postal Address of the Editorial Board:**

8/2 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russia  
Ph. +7 (495) 434-70-07;  
e-mail: [agrojournalrudn@pfur.ru](mailto:agrojournalrudn@pfur.ru)

Printing run 500 copies. Open price

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation  
6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow, Russia

**Printed at RUDN Publishing House:**

3 Ordzhonikidze str., 115419 Moscow, Russia,  
Ph. +7 (495) 952-04-41;  
e-mail: [ipk@rudn.university](mailto:ipk@rudn.university)

© Peoples' Friendship University of Russia, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

## РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Платонова С.Ю., Пэлий А.Ф., Гинс Е.М., Соболев Р.В., Введенский В.В.** Изучение морфологических и биохимических показателей растений *Amaranthus tricolor* L. сорта Валентина ..... 7
- Семенов О.Г., Дивашук М.Г., Хайтембу Герхард Шангешапувако, Плющиков В.Г., Хупацария Т.И., Введенский В.В., Почтовый А.А.** Специфика сочетаний качественных и количественных характеристик клейковины у генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы с аллелем *Wx-B1a* ..... 14
- Пучков М.Ю., Лысаков М.А., Туманян А.Ф., Локтионова Е.Г., Струков В.М., Терехин А.А.** Изучение реакции на солевой стресс сортов кормовых культур для формирования пастбищ в условиях Северо-Западного Прикаспия ..... 26

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

- Борисенко И.Б., Чамурлиев О.Г., Чамурлиев Г.О., Шияпов Т.И., Борисенко П.И.** Технологическая минимизация основной обработки почвы .. 35

## ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

- Синенко В.А., Шияпов Т.И., Парпура Д.И.** Организация мероприятий по ведению единого государственного реестра недвижимости на примере г. Москвы ..... 45

## МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ

- Абрамов П.Н., Слесаренко Н.А.** Морфологическое обоснование эффективности использования белкового гидролизата в промышленном норководстве .... 54

## ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

- Серегин И.Г., Никитченко Д.В., Курмакаева Т.В.** Ветеринарно-санитарные требования при убойе животных на мясо в разных странах мира ..... 61
- Бутусов Л.А., Чудинова Г.К., Борулева Е.А., Кочнева М.В., Омельченко В.И., Шорыгина А.В., Аликберова Т.А.** Возможности и перспективы биосенсорных технологий в анализе продуктов питания ..... 70

## CONTENTS

### CROP PRODUCTION

- Platonova S.Y., Peliy A.F., Gins E.M., Sobolev R.V., Vvedenskiy V.V.** The study of morphological and biochemical parametres of *Amaranthus tricolor* L. Valentina variety ..... 7
- Semenov O.G., Divashur M.G., Haitembu Gerhard Shangeshapwako, Plushikov V.G., Hupacaria T.I., Vvedenskiy V.V., Pochtovyy A.A.** Specificity of combinations of qualitative and quantitative characteristics of glucovine in genotypes of alloctoplasmatic spruce wheat with allele of wild type *Wx-B1a* .. 14
- Puchkov M.Yu., Lysakov M.A., Tumanyan A.F., Loktionova E.G., Strukov V.M., Terekhin A.A.** The studies of the reaction to the salt stress of varieties of fodder crops for formation of pastures in the conditions of North Western Caspian ..... 26

### SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

- Borisenko I.B., Chamurliev O.G., Chamurliev G.O., Shiyapov T.I., Borisenko P.I.** Technological minimization main soil processing ..... 35

### LAND MANAGEMENT AND CADASTRE

- Sinenko V.A., Shiyapov T.I., Parpura D.I.** Organization of activities for conducting single state registry of real estate on the example of Moscow ..... 45

### MORPHOLOGY AND ONTOGENESIS OF ANIMALS

- Abramov P.N., Slesarenko N.A.** Morphological substantiation of the effectiveness of the use of protein hydrolyzate in the mink industry ..... 54

### VETERINARY SANITARY

- Seregin I.G., Nikitchenko D.V., Nikitchenko V.E.** Veterinary-sanitary requirements of slaughter of animals on meat in different countries of the world ..... 61
- Butusov L.A., Chudinova G.K., Boruleva E.A., Kochneva M.V., Omelchenko V.I., Shorygina A.V., Alikberova T.A.** Opportunities and prospects biosensor technologies for food analysis ..... 70



## РАСТЕНИЕВОДСТВО

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-7-13

### ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ *AMARANTHUS TRICOLOR* L. СОРТА ВАЛЕНТИНА

С.Ю. Платонова, А.Ф. Пэлий, Е.М. Гинс,  
Р.В. Соболев, В.В. Введенский

Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая 6, Москва, Россия, 117198

Изучали морфометрические и биохимические показатели красноокрашенного растения *Amaranthus tricolor* L. сорта Валентина, проведено определение содержания восстановленной формы витамина С, пигмента амарантина в корнях, листьях, стеблях и соцветиях. Исследования показали наличие высокой концентрации витамина С в листьях амаранта как в открытом грунте (195 мг %), так и в пленочной теплице (176 мг %).

В листьях амаранта разных сортов вида *Amaranthus tricolor* в большом количестве накапливается вторичное соединение — антиоксидант — амарантин. Красно-фиолетовая окраска листьев обусловлена наличием в вегетативных органах растения красно-фиолетового пигмента — амарантина. Важно отметить, что у сорта амаранта сорта обнаружены вещества с антиоксидантной активностью: аскорбиновая кислота, селен, каратиноиды, метионин.

В наибольшем количестве амарантин находится в соцветиях (2,18 мг/г) и листьях (1,41 мг/г). Его предшественниками являются D-глюкоза и L-тирозин — фотосинтетические метаболиты, которые используются в ростовых процессах и в биосинтезе амарантина. В красноокрашенных растениях рода *Amaranthus* бетацианин — амарантин представляет собой 5-О-глюкуронидоглюкозид бетанидина.

Листья с повышенным содержанием красно-фиолетового пигмента амарантина используют при производстве пищевых добавок-красителей Амвита и Амфикра, применяемых в пищевоконцентратной промышленности. Эти добавки благодаря антиокислительным свойствам способствуют повышению иммунитета и обладают иммуномодулирующей активностью.

Экстракция листьев амаранта в H<sub>2</sub>O выявила высокие показатели антиоксидантной активности (ССА от 1,81 мг экв ГК/г).

Низкое содержание глютена делает амарант чрезвычайно ценным и полезным продуктом для функционального питания.

**Ключевые слова:** *Amaranthus tricolor* сорта Валентина, аскорбиновая кислота, антиоксиданты, амарантин

**Проблемы интродукции амаранта в Нечерноземной зоне России.** Одной из главных проблем, возникающих при введении в культуру высокобелковых сельскохозяйственных растений, является их адаптивная способность к условиям выращивания в данном регионе [1—3].

Амарант относится к числу культур универсального назначения. В течение многих тысячелетий амарант использовался в качестве пищевой (семенной и овощной), кормовой, лекарственной культуры в странах центральной и южной Америки и юго-восточной Азии [2]. Семена и листья растений амаранта накапливают до 20—25% белка, хорошо сбалансированного по аминокислотному составу, сравнимого с соей [4]. В настоящее время амарант выращивается как овощное и семенное растение в Китае, Индии, США. Широкий ареал распространения амаранта в мире объясняется его исключительной экологической устойчивостью к неблагоприятным факторам выращивания: засухе, засолению, высокой и низкой температуры, тяжелым металлам [5].

Амарант относится к С4-типу фотосинтеза. Эта культура имеет диапазон оптимальных температур в области более высоких значений (25—35 °С) по сравнению с С3-растениями (15—20 °С). Особенностью растений амаранта является высокая эффективность фотосинтеза при оптимальных температурах выращивания, которые обеспечивают С4-растениям быстрый прирост надземной биомассы.

Новая для нашей страны культура амарант отличается высокой продуктивностью биомассы и урожайностью семян, повышенным содержанием белка, сбалансированностью по незаменимым аминокислотам, биологически активным веществам, антиоксидантам и минералам [6]. Благодаря такому составу экстракты амаранта могут использоваться как стимуляторы роста других растений [7, 8] и биоинсектициды [9]. По суммарному содержанию антиоксидантов данная культура сравнима с такими зелеными и пряно-ароматическими культурами, как мята, иссоп, тимьян, лаванда, монарда, и может использоваться в комбинации с ними при создании фиточаев [10].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований служили растения амаранта вида *Amaranthus tricolor* L. сорта Валентина.

Объектом исследования являлись свежесобранные листья, корни, стебли и соцветия красноокрашенного амаранта сорта Валентина. Растения выращивали в открытом и защищенном грунте в ФГБНУ «ФНЦ овощеводства» в 2017 году.

Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) определяли амперометрическим методом. Результат выражали в эквивалентах галловой кислоты (ГК) — мг экв. ГК/г. Образцы гомогенизировали в бидистилляте и 96% этаноле, а затем центрифугировали. Аликвоту супернатанта использовали для определения содержания антиоксидантов, при необходимости разбавляя. Измерения проводили на приборе «Цвет-Яуза-01-АА» в постоянно-токовом режиме [11].

Содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты (АК) определяли йодометрическим методом, основанном на титровании аскорбиновой кислоты в окрашенных экстрактах йодатом калия в кислой среде, в присутствии йодистого калия и крахмала [12].

Содержание пигмента амарантина определяли в водном экстракте, используя значения молекулярной массы и молярного коэффициента экстинкции соответственно равные 726,6 и  $5,66 \cdot 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  [13].



Целью настоящей работы является сравнительное изучение морфометрических показателей и накопления антиоксидантов в различных органах амаранта сорта Валентина, при выращивании растений в открытом и защищенном грунте.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выявленной особенностью растений амаранта сорта Валентина является фиолетово-красная окраска листьев, стеблей и соцветий разной интенсивности. При этом окраска листьев изменялась от фиолетово-красной до зеленовато-красной, в зависимости от возраста листа. Соцветия амаранта имели красно-фиолетовую окраску, а стебли — бордово-красную, тогда как корень и придаточные корни окрашены в светло-розовый цвет [14]. При этом наибольшая концентрация пигмента амарантина обнаружена в молодых листьях с неоформленной пластинкой и соцветиях. В эпидермальном слое стебля и корня накапливалось меньшее количество амарантина (табл. 1).

Следует отметить, что повышенное содержание амарантина в соцветиях амаранта, возможно, связано с воздействием стресс-фактора низких температур открытого грунта (ночная температура до +2 до 0 °С).

Пониженная температура в летне-осенний период 2017 года неблагоприятно отразилась на росте и развитии растений амаранта в возрасте 4 месяцев, выращенных в открытом грунте по сравнению с тепличными растениями. Как видно из табл. 2, основные морфометрические показатели растений амаранта снизились практически в 2 раза, что отразилось на продуктивности листовой биомассы, тогда как семена не вызрели. Нечерноземная зона Европейской части России для амаранта является зоной рискованного земледелия, где в отдельные годы сумма активных температур недостаточна для роста и созревания семян (САТЕ = 1800—2200 °С).

Таблица 1

**Содержание пигмента амарантина в различных органах растений амаранта, выращенных в открытом грунте, в 2017 г.**

Орган растения	Амарантин, мг/г
Листья	1,41 ± 0,07
Стебель	0,81 ± 0,04
Соцветия	2,18 ± 0,11
Корень	0,15 ± 0,01

Таблица 2

**Морфометрические показатели растений амаранта, выращенных в открытом грунте и пленочной теплице, 2017 г.**

Биометрические показатели	Открытый грунт	Пленочная теплица
Высота растения, см	80 ± 10	180 ± 20
Число листьев	14 ± 2	26 ± 4
Длина соцветия, см	29 ± 4	63 ± 7
Длина корня, см	17 ± 3	35 ± 5

Нами было обнаружено повышение содержания аскорбиновой кислоты в листьях и соцветиях растений амаранта, выращенных в открытом грунте в условиях 2017 года (табл. 3).

При анализе суммарного содержания антиоксидантов в водном и спиртовом экстрактах из листьев, стеблей и соцветий растений амаранта наибольшее количество антиоксидантов было обнаружено в водных экстрактах (табл. 4).

Таблица 3

**Содержание витамина С в растениях амаранта  
сорта Валентина в возрасте 4-х месяцев**

Условия/орган	Листья	Соцветия
	витамин С, мг%	
Открытый грунт	195 ± 22	169 ± 18
Пленочная теплица	176 ± 20	130 ± 12

Таблица 4

**Показатели антиоксидантной активности растений амаранта,  
выращенных в открытом грунте и в пленочной теплице**

Образец, экстракция	Открытый грунт	Пленочная теплица
	ССА, мг экв ГК/г	
Красноокрашенная ткань стебля в C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ОН	0,36 ± 0,02	—
Листья в H <sub>2</sub> O	2,08 ± 0,10	1,81 ± 0,08
Листья в C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ОН	1,39 ± 0,07	—
Соцветия в H <sub>2</sub> O	1,70 ± 0,09	1,18 ± 0,07
Соцветия в C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ОН	0,93 ± 0,05	—

Максимальные величины суммарного содержания антиоксидантов были обнаружены в водных экстрактах листьев амаранта, выращенных как в открытом грунте, так и в пленочной теплице.

Содержание антиоксидантов в листовой биомассе растений амаранта сорта Валентина в среднем составляет 1,94 мг/г, что больше средних значений (1,01 мг/г) [15]. Показатели превысили среднее значение даже в неблагоприятных климатических условиях в летне-осенний период 2017 года.

Данный факт дает основание рекомендовать его в производство функциональных продуктов, чая, красителей, для профилактики свободно-радикальных заболеваний.

© С.Ю. Платонова, А.Ф. Пэлий, Е.М. Гинс, Р.В. Соболев, В.В. Введенский, 2018.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кононков П.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С. Амарант перспективная культура XXI века. М.: Изд-во Российского университета дружбы народов. 1999.
2. Кононков П.Ф., Пивоваров В.Ф., Гинс М.С., Гинс В.К. Интродукция и селекция овощных культур для создания нового поколения продуктов функционального действия. М.: Российский университет дружбы народов. 2008.

3. Шафигуллин Д.Р., Пивоваров В.Ф., Гинс М.С. Особенности вариаций признаков скороспелости у овощных и зерновых форм сои // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 5. С. 18—24.
4. Шафигуллин Д.Р., Гинс М.С., Романова Е.В., Бородин Д.Б. Изучение скороспелости у коллекционного материала сои // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (66). С. 56—62.
5. Кононков П.Ф., Гинс В.К., Пивоваров В.Ф., Гинс М.С., Бунин М.С., Мешков А.В., Терехова В.И. Овощи как продукт функционального питания. М.: Столичная типография. 2008.
6. Высочина Г.И. Амарант (*Amaranthus L.*) химический состав и перспективы использования // Химия растительного сырья. 2013. №2. С.5—14.
7. Караваяев В.А., Гунар Л.Э., Мякинчиков А.Г., Гинс М.С., Глазунова С.А., Левыкина И.П., Лепешкин Ф.Д. Медленная индукция флуоресценции и продуктивность ячменя, обработанного сверхкритическим флюидным экстрактом амаранта // Биофизика. 2012. Т. 57. № 4. С. 662—664.
8. Байков А.А., Гунар Л.Э., Гинс М.С., Глазунова С.А., Караваяев В.А., Левыкина И.П. Фотосинтетическая активность и продуктивность ячменя, обработанного сверхкритическим флюидным экстрактом амаранта // В сборнике: Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции овощных, плодово-ягодных и лекарственных растений. Москва. 2011. С. 13—15.
9. Гинс В.К., Пицункова С.А., Конищев А.С., Гинс М.С., Пивоваров В.Ф., Байков А.А., Горбатовская Е.А., Романова Е.В., Кузнецова Л.В. Инсектицидное действие метаболитов экстрактов амаранта // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 191—195.
10. Гинс М.С., Харченко В.А., Гинс В.К., Байков А.А., Кононков П.Ф., Ушакова И.Т. Антиоксидантные характеристики зеленых и пряно-ароматических культур // Овощи России. 2014. № 2 (23). С. 42—45.
11. Мамедов М.И., Пышина О.Н., Байков А.А., Пивоваров В.Ф., Джос Е.А., Матюкина А.А., Гинс М.С. Состав антиоксидантов в плодах *Capsicum spp.* для получения биофортифицированной продукции // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 5. С. 1021—1029.
12. Сапожникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом // Консервная и овощесушильная промышленность. 1966. № 5. С. 29—31.
13. Гинс М.С., Пивоваров В.Ф., Гинс В.К., Байков А.А., Платонова С.Ю., Гинс Е.М. Содержание и пигментный состав автотрофной и гетеротрофной ткани листьев амаранта вида *A. tricolor L.* // Овощи России. 2016. № 3 (32). С. 79—83.
14. Гинс М.С. Биологически активные вещества амаранта // М.: Российский университет дружбы народов. 2002.
15. Khandaker L., Ali M. B., Oba S. Общая активность полифенолов и антиоксидантов красного амаранта (*Amaranthus tricolor L.*) под воздействием солнечного света // Журнал Японского общества садоводческой науки. 2008.

#### **Сведения об авторах:**

Платонова Светлана Юрьевна — аспирант агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: Svetlana.Platonova.00@mail.ru

Пэлий Александр Федорович — аспирант агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: kaluga-peliy@yandex.ru

Гинс Екатерина Муратовна — магистрант агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: Katya.888888@yandex.ru

Соболев Роман Владимирович — магистрант агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: maestro1994liveru@mail.ru

Введенский Валентин Валентинович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: vaval-ved@yandex.ru

**Для цитирования:**

Платонова С.Ю., Пэлий А.Ф., Гинс Е.М., Соболев Р.В., Введенский В.В. Изучение морфологических и биохимических показателей растений *Amaranthus tricolor* L. сорта Валентина // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2018. Т. 13. № 1. С. 7—13. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-7-13.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-7-13

## THE STUDY OF MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETRES OF *AMARANTHUS TRICOLOR* L. VALENTINA VARIETY

S.Y. Platonova, A.F. Peliy, E.M. Gins,  
R.V. Sobolev, V.V. Vvedenskiy

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

**Abstract.** Morphometric and biochemical indices of the red-colored *Amaranthus tricolor* L. Valentina variety were studied, the content of the reduced form of vitamin C, the amaranthine pigment in roots, leaves, stems and inflorescences was determined. Studies have shown the presence of a high concentration of vitamin C in the leaves of amaranth both in the open ground (195 mg%) and in the film greenhouse (176 mg%).

In the leaves of amaranth of different varieties of the species *Amaranthus tricolor*, a large amount accumulates a secondary compound — an antioxidant — amaranthine. The red-violet color of the inflorescences is due to the presence in the vegetative organs of the plant of the red-violet pigment of amaranthine.

It is important to note that the amaranth Valentine variety have found substances with antioxidant activity: ascorbic acid, selenium, carotenoids, methionine. In the largest amount, amaranthine is found in the inflorescences (2.18 mg/g) and leaves (1.41 mg/g). Its predecessors are D-glucose and L-tyrosine — photosynthetic metabolites, which are used in growth processes and in the biosynthesis of amaranthine. In red-colored plants of the genus *Amaranthus*, betacyanin-amaranthine is 5-O-glucuronidoglucoside betanidine.

Leaves with a high content of red-violet pigment amaranthine used in the production of food additives-dyes Amvita and Amphicra, used in the food concentrates industry. These additives, due to their antioxidant properties, enhance immunity and have immunomodulatory activity.

Extraction of amaranth leaves in H<sub>2</sub>O revealed high rates of antioxidant activity (CCA from 1.81 mg EQ GK/g). The low gluten content makes amaranth an extremely valuable and useful for functional food.

**Key words:** *Amaranthus tricolor* Valentine variety, ascorbic acid, antioxidants, amaranthine

## REFERENCES

1. Kononkov P.F., Gins V.K., Gins M.S. *Amaranth promising culture of XXI century*. Moscow: Publishing house of Russian University of friendship of peoples. 1999.
2. Kononkov P.F., Pivovarov V.F., Gins M.S., Gins V.K. *Introduction and selection of vegetables to create a new generation of functional foods actions*. M.: Russian University of Peoples' Friendship. 2008.
3. Shafigullin D.R., Pivovarov V.F., Gins M.S. The Peculiarities of variations of signs of precocity of vegetable and grain soybean forms. *Russian agricultural science*. 2017. № 5. P. 18—24.
4. Shafigullin D.R., Gins M.S., Romanova E.V., Borodin D.B. A study of precocity in the collection material of soybean. *Vestnik Orel State Agrarian University*. 2017. № 3 (66). P. 56—62.
5. Kononkov P.F., Gins V.K., Pivovarov V.F., Gins M.S., Bunin M.S., Meshkov A.V., Terekhova V.I. *Vegetables as a product of functional nutrition*. M.: Capital printing house. 2008.
6. Vysochina G.I. *Amaranth (Amaranthus L.) chemical composition and prospects of use*. *Chemistry of vegetable raw materials*. 2013. № 2. P. 5—14.
7. Karavaev V.A., Gunar L.E., Myakinkov A.G., Gins M.S., Glazunova S.A., Levykina I.P., Lepeshkin F.D. Slow induction of fluorescence and barley productivity treated with supercritical fluid extract of amaranth. *Biophysics*. 2012. T. 57. № 4. P. 662—664.
8. Baikov A.A., Gunar L.E., Gins M.S., Glazunova S.A., Karavaev V.A., Levykina I.P. Photosynthetic activity and productivity of barley treated with supercritical fluid extract of amaranth. *In the collection: The role of physiology and biochemistry in the introduction and selection of vegetable, fruit and berry and medicinal plants*. Moscow. 2011. P. 13—15.
9. Gins V.K., Piunkova S.A., Konichev A.S., Gins M.S., Pivovarov V.F., Baikov A.A., Gorbatovskaia E.A., Romanova E.V., Kuznetsova L.V. Insecticidal action of metabolites of amaranth extracts. *New and non-traditional plants and prospects for their use*. 2016. № 12. P. 191—195.
10. Gins M.S., Kharchenko V.A., Gins V.K., Baikov A.A., Kononkov P.F., Ushakova I.T. Antioxidant characteristics of green and spicy-aromatic cultures. *Vegetables of Russia*. 2014. № 2 (23). P. 42—45.
11. Mamedov M.I., Pyshnaya O.N., Baikov A.A., Pivovarov V.F., Dzhos E.A., Matyukina A.A., Gins M.S. The composition of antioxidants in fruits *Capsicum* spp. for the production of biotroblated products. *Agricultural Biology*. 2017. P. 52. № 5. P. 1021—1029.
12. Sapozhnikova E.V., Dorofeeva L.S. Determination of ascorbic acid content in stained plant extracts by the iodometric method. *Canning and vegetable drying industry*. 1966. № 5. P. 29—31.
13. Gins M.S., Pivovarov V.F., Gins V.K., Baikov A.A., Platonova S.Y., Gins E.M. Content and pigment composition of autotrophic and heterotrophic amaranth leaf tissue of *A. tricolor* L. species. *Vegetables of Russia*. 2016. № 3 (32). P. 79—83.
14. Gins M.S. *Biologically active substances of amaranth*. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia. 2002.
15. Khandaker L., Ali M.B., Oba S. Total polyphenol and antioxidant activity of red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) as affected by different sunlight level. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 2008. T. 77. № 4. P. 395—401.

### For citation:

Platonova S.Y., Peliy A.F., Gins E.M., Sobolev R.V., Vvedenskiy V.V. The study of morphological and biochemical parameters of *Amaranthus tricolor* L. Valentina variety. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 7—13. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-7-13.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-14-25

## СПЕЦИФИКА СОЧЕТАНИЙ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛЕЙКОВИНЫ У ГЕНОТИПОВ АЛЛОЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ С АЛЛЕЛЕМ *Wx-B1a*

О.Г. Семенов<sup>1</sup>, М.Г. Дивашук<sup>2,4</sup>,  
Хайтембу Герхард Шангешапувако<sup>3</sup>, В.Г. Плюшиков<sup>1</sup>,  
Т.И. Хупацария<sup>2</sup>, В.В. Введенский<sup>1</sup>, А.А. Почтовый<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет —  
МСХА им. К.А. Тимирязева  
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

<sup>3</sup>Лаборатория аналитических услуг и разработки продуктов  
(отдел биотехнологии). Министерство сельского, водного и лесного хозяйства  
Государственный офисный парк, Лютер-стрит. Виндхук. Намибия

<sup>4</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной биотехнологии  
ул. Тимирязевская, 42, Москва, Россия, 127550

<sup>5</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Ленинские горы, 1, Москва, Россия, 119991

В результате скрининга аллельного состава генов, связанных с хлебопекарными свойствами, установлено значительное генотипическое разнообразие форм аллоцитоплазматической яровой пшеницы (АЦПГ) из коллекции АТИ РУДН. Кроме измененных форм в результате рекомбинаций и интрогрессии выделено 15 генотипов, в геноме которых обнаружено наличие *Wx-B1a* («дикого» аллеля) — с помощью праймеров 4F/4R. Анализ содержания и качества клейковины у этих форм АЦПГ позволил дифференцировать эти генотипы по их функциональным характеристикам, которые связаны с хлебопекарными свойствами. Амплитуда различий генотипов АЦПГ по величине массовой доли клейковины — от 21,7% до 37,8%, качество клейковины по показателям ИДК у большинства изучаемых генотипов I-й группы.

Особую ценность представляют генотипы категории сильных пшениц, в частности № 24 (цитоплазма *T. timopheevii*), у которого массовая доля клейковины 37,8% (класс сверхсильных пшениц), а также генотипы первого класса, у которых массовая доля клейковины не менее 32%, а качество клейковины не ниже I-й группы (ИДК — 43—77 ед. шк.). Это генотипы № 25 (цитоплазма *T. timopheevii*) и № 29 (цитоплазма *T. aestivum* L. как результат обратных скрещиваний). К категории сильных пшениц второго класса (массовая доля клейковины не ниже 28%, а качество клейковины — I-й группы) отнесены четыре генотипа. К категории ценных пшениц третьего класса относятся два генотипа, у которых массовая доля клейковины не менее 25%. Однако качество клейковины у этих генотипов не II-й группы, а более высокое — оно соответствует I-й группе.

Генотипы со специфическим сочетанием массовой доли клейковины, характерной для сильных и ценных пшениц, с качественными характеристиками клейковины I-й группы расширяют спектр их целевого использования в производстве хлебобулочных изделий.

**Ключевые слова:** аллоцитоплазматическая пшеница, качество клейковины, количество клейковины, нормальный аллель, чужеродная цитоплазма

**Введение.** Продовольственная безопасность является, как известно, одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны. В связи с меняющимися экологическими условиями выращивания растений, обусловленными активно идущими деградационными процессами на планете в целом, приобретает актуальность создание и внедрение сортов пшеницы, отличающихся повышенной устойчивостью к стрессовым природным факторам, хорошей урожайностью, сочетающейся с технологическими свойствами зерна не ниже третьего класса.

Известно, что генетическое разнообразие современных сортов пшеницы мягкой (*T. aestivum* L.) весьма ограничено в связи с использованием в селекции сравнительно небольшого числа геноисточников, а также в связи с длительным и интенсивно направленным отбором в специфических почвенно-климатических условиях. Известно также, что специализация в процессе направленного отбора одних признаков и свойств сопряжена с ослаблением и ухудшением других признаков, поскольку в системе целостного онтогенеза между ними часто существуют отрицательные корреляции. Увеличение урожая зерна, как правило, сопровождается снижением содержания белка в зерне, которое в значительной степени определяет качество хлебопечения.

В связи с этим дефицит качественного зерна, в частности продовольственного зерна третьего класса, способствует расширению рынка сбыта пищевых добавок, среди которых могут быть опасные или потенциально опасные добавки.

Большинство добавок и улучшителей часто не имеют пищевого значения и, в лучшем случае, являются биологически инертными, а в худшем — оказываются биологически активными и небезразличными. Хлебопекарные улучшители предназначены для улучшения качества муки и хлеба, однако среди них могут быть и такие, которые лишь маскируют пониженное качество зерна и муки и таким путем вводят потребителя в заблуждение. Это может иметь далеко идущие последствия для здоровья людей и биобезопасности страны в целом. Поэтому создание высококачественных сортов, зерно которых обладает повышенной биологической ценностью, приведет к снижению необходимости использования пищевых добавок.

Проблема дефицита сильной пшеницы особенно остро проявляется в регионах с повышенной влагообеспеченностью в период (фазу) формирования и налива зерна. Селекция высококачественных сортов в значительной степени определяется наличием генетически разнообразного исходного материала с последующим его изучением и включением в селекционный процесс [2].

Поиск генотипов яровой пшеницы с хорошими характеристиками клейковины облегчается путем объединения методов молекулярного маркирования с методами традиционной селекции при одновременном учете результатов анализа технологических свойств зерна.

Для решения этой проблемы могут быть использованы также источники на основе новых генетических систем, в частности такие, как генотипы аллоцитоплазматической яровой пшеницы, у которых ядерный геном *Triticum aestivum* L. нормально функционирует в чужеродной цитоплазме *Triticum timopheevii* и *Secale cereale* L.

**Цель исследований** заключается в изучении уровня вариабельности соотношения количественных и качественных характеристик клейковины у генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы, у которых установлено наличие аллеля «дикого» типа *Wx-B1a*.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Аграрно-технологическом институте РУДН в результате селекционно-генетических исследований создана коллекция аллоцитоплазматической яровой пшеницы (АЦПГ), у которой ядерный геном пшеницы мягкой (*T. aestivum* L.) совмещается с различными типами чужеродной цитоплазмы. Эти гибридные формы были созданы путем беккроссирования доноров чужеродной цитоплазмы (виды, используемые в качестве матерински форм) — *T. timopheevii*, *S. cereale* L. и *Aegilops ovata* пылью пшеницы мягкой (*T. aestivum* L.) и отбора самофертильных гибридов в условиях индивидуальной изоляции гибридных растений [3].

Объектами изучения были пятнадцать генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы, в геноме которых обнаружен аллель «дикого» типа *Wx-B1a* (с помощью праймеров *4F/4R*) [10—14]. Среди них девять образцов имели цитоплазму *T. timopheevii*, пять образцов — с цитоплазмой *T. aestivum* L., поскольку они получены в результате обратных скрещиваний, когда генотип АЦПГ был использован в качестве отцовской формы, а в качестве материнской был обычный сорт пшеницы мягкой. Еще один образец имеет цитоплазму *S. cereale* L. (табл. 1). Изучаемые формы представляют собой удобную генетическую модель для изучения специфики экспрессии ядерного генома пшеницы в результате его взаимодействия с чужеродной цитоплазмой [13—14].

Таблица 1

**Генетическое разнообразие форм АЦПГ,  
у которых в результате с использованием молекулярных маркеров (4F/4R)  
обнаружено наличие аллеля «дикого» типа *Wx-B1a***

№ п/п	№ генотипа	Цитоплазма (тип)	Уровень гетерогенности генотипов			Молекулярн. маркеры		Разновидность
			Линия	Мульти- линия	Попу- ляция	4F/4R	5+10	
1	13	<i>T. timopheevii</i>			+	+	+	Эритроспермум
2	14	<i>T. timopheevii</i>		+		+		Лютесценс
3	15	<i>T. timopheevii</i> × Заря			+	+	+	Лютесценс
4	16	<i>T. aestivum</i>			+	+	+	Лютесценс
5	17	<i>T. timopheevii</i>			+	+	+	Лютесценс
6	18	<i>T. timopheevii</i>			+	+		Лютесценс
7	19	<i>T. aestivum</i> L.	+			+		Лютесценс
8	20	<i>S. cereale</i> L.	+			+		Лютесценс
9	21	<i>T. timopheevii</i> (вар. 1.1)	+			+		Лютесценс
10	22	<i>T. aestivum</i> L.	+			+		Лютесценс
11	24	<i>T. timopheevii</i>		+		+		Лютесценс
12	25	<i>T. timopheevii</i>		+		+		Эритроспермум
13	27	<i>T. timopheevii</i> × Заря			+	+		Лютесценс
14	28	<i>T. aestivum</i> L.			+	+		Лютесценс
15	29	<i>T. aestivum</i> L.			+	+		Лютесценс



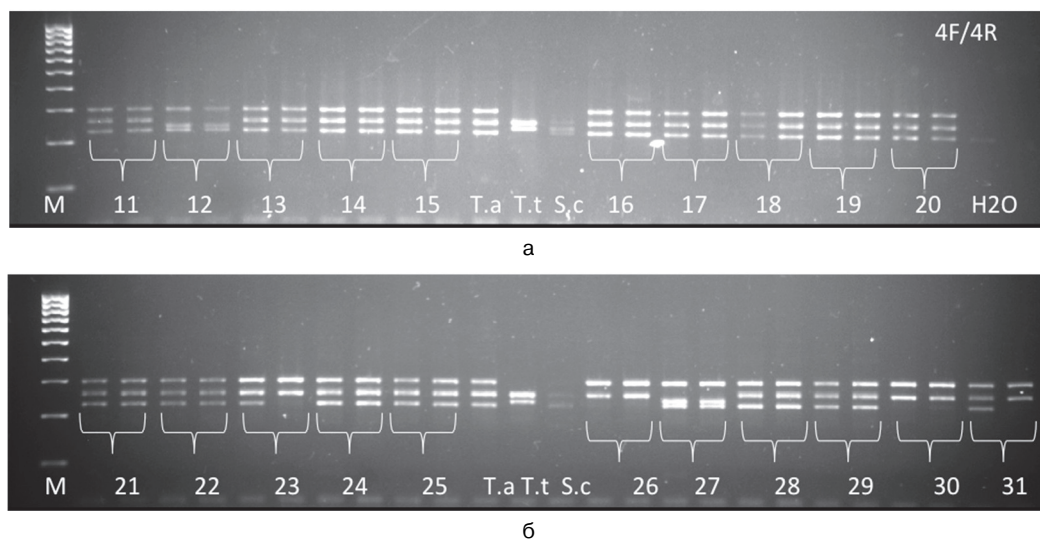
Хромосомные и цитоплазматические детерминанты у форм АЦПГ представляют собой взаимодополняющие (комплементарные) генетические системы клетки, тесное взаимодействие которых в процессе реализации онтогенетической программы в изменяющихся условиях выращивания определяет внутреннюю организацию и характер метаболических процессов. Цитоплазматическая наследственность у генотипов АЦПГ реализуется как эффект ядерно-цитоплазматического взаимодействия, т.е. через тесную кооперацию и интеграцию систем генома и плазмона. С типами цитоплазмы связана такая важнейшая биологическая функция, как устойчивость к различным биотическим и абиотическим факторам среды [1, 3].

На основе идентификации с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) были отобраны генотипы АЦПГ, у которых в геноме обнаружен аллель «дикого» типа Wx-B1a, что отражает сортовой уровень фенотипических характеристик клейковины. Сравнение этих генотипов с генотипами АЦПГ, у которых обнаружен эффект интрогрессии как результат беккроссирования в процессе их создания, позволяет, в свою очередь, отобрать генотипы с высоким уровнем изменчивости качественных характеристик клейковины в зерне.

Экспериментальные посева проводились на Полевой станции МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2013 года по 2015 год в коллекционном питомнике АЦПГ. Опыты включали сеялочные посева (площадь сеялочных посевов 5 кв. м с нормой высева 5,5 млн зерновок на га).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для скрининга аллельного состава генов был использован метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием праймеров (4F/4R) для идентификации генотипов с аллелем «дикого» типа Wx-B1a (рис. 1а, 1б).



**Рис. 1.** Электрофореграмма результатов ПЦР-идентификации генотипов АЦПГ (праймеры 4F/4R), у которых установлено наличие в геноме аллеля «дикого» типа Wx-B1a.

**Обозначения:** М — ДНК-маркер; Т.а. — *Triticum aestivum* L.; Т.т. — *Triticum timopheevii*; S.c. — *Secale cereale* L.; а: № 11 — норма, (№ 12 — замещение) № 13, 14, 15 — норма, № 16, 17, 18, 19, 20 — норма и H<sub>2</sub>O — вода; б: № 21, 22 — норма, (№ 23 — нуль-аллель), № 24, 25 — норма, (№ 26 — нуль-аллель и № 27 — замещение), № 28, 29 — норма, (№ 30 — нуль-аллель), № 31 — (расщепление) не включен в анализ

Известно, что хлебопекарные качества зерна детерминируются рядом факторов, главными из которых является количественное и качественное состояние клейковины, соотношение компонентов крахмала и текстура эндосперма зерновки. В свою очередь, состояние клейковины определяется, главным образом, составом субъединиц высокомолекулярных глютеинов (*HMW-GS*). Высокомолекулярные глютеины — это запасные белки эндосперма пшеницы, кодируемые локусами *Glu-A1*, *Glu-B1* и *Glu-D1*, локализованными на длинных плечах хромосом *1A*, *1B* и *1D* соответственно.

Ранее исследователями была выявлена взаимосвязь между присутствием определенных субъединиц высокомолекулярных глютеинов и силой теста, измеряемой *SDS*-седиментацией объема теста [6]. Основываясь на этом, была разработана балльная оценка каждого аллельного состояния высокомолекулярных глютеинов [7, 8].

Чем выше балл присваивался тому или иному аллелю, тем более существенное влияние он оказывал на хлебопекарные качества (табл. 2). Соответственно, самые высокие хлебопекарные качества соответствуют наибольшей величине (4 балла — при наличии субъединиц *HMW 5+10*) [9].

Таблица 2

Балльная оценка хлебопекарных качеств, определяемых аллелями *Glu-1*

Балл	Хромосома, аллель			Балл	Хромосома, аллель			Балл	Хромосома, аллель		
	1A	1B	1D		1A	1B	1D		1A	1B	1D
4	—	—	5 + 10	3	—	7 + 8	—	1	<i>null</i>	—	—
3	1	—	—	3	—	13 + 16	—	1	—	7	—
3	2*	—	—	2	—	7 + 9	—	1	—	6 + 8	—
3	—	17 + 18	—	2	—	—	2 + 12	1	—	20	—

Таким образом, с помощью данной классификации можно оценить хлебопекарные свойства сорта пшеницы путем сложения трех аллелей, экспрессирующихся в его генотипе. Однако данная оценка говорит лишь о потенциальных качествах сорта, так как хлебопекарные свойства во многом зависят и от условий окружающей среды, агротехники, степени повреждения зерна клопом-черепашкой и от других факторов.

Наивысший балл 4 соответствует аллелю, экспрессирующему субъединицы 5 + 10. Поэтому основным белковым маркером для хлебопекарных качеств пшеницы является пара высокомолекулярных глютеинов — *Dx-5* + *Dy-10* в локусе *Glu-D1*, тогда как альтернативная комбинация *Dx2* + *Dy12* обычно связывают с низким качеством клейковины [5, 8].

У четырех генотипов (№ 13, 15, 16 и 17) из 15 отмечено наличие ценной комбинации 5 + 10 для локуса *Glu-D1*, а качество клейковины этих генотипов соответствует I-й группе (см. табл. 1).

Варьирование хлебопекарных качеств различных сортов не может быть объяснено лишь изменением состава *HMW-GS*, т.к. субъединица глютеина с низкой молекулярной массой (*LMW-GS*), а также наличие глиадинов в меньшей пропорции и их взаимодействие с *HMW-GS* также играют важную роль в формировании прочности клейковины и хлебопекарных качеств [4].

На основе характеристик клейковины у генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы с нормальным аллелем (*normal allele*) выделены различные группы генотипов, различающиеся по содержанию и качеству клейковины, определяющих хлебопекарные свойства муки. В частности, по содержанию сырой клейковины два генотипа АЦПГ (№ 24 и № 25) являются «отличными улучшителями» (массовая доля клейковины свыше 34%) (табл. 3).

Таблица 3

**Количественные и качественные характеристики клейковины в зерне генотипов АЦПГ, у которых установлено наличие в геноме аллеля «дикого» типа Wx-B1a — праймеры 4F/4R**

Показатели оценки качества клейковины, урожай 2012 года		Варианты (номера) генотипов АЦПГ (2015 год)				
		11	13	15	16	17
Содержание сырой клейковины		29,4	26,0	22,8	28,5	21,7
ИДК (ед. шк)		71,5	74,0	69,0	67,3	73,0
Группа по ГОСТ Р 54478-2011		I	I	I	I	I
Соответствие ГОСТ Р 52189-2003 по количеству и качеству клейковины		высший сорт	второй сорт	обойная	высший сорт	обойная
Соответствие нормам Центральной лаборатории ГСИ по клейковине (на Глютоматике)	По колич.	ценная	филлер хороший	филлер удовлетв	ценная	слабая
	По качеству	сильн.	ценная	ценная	ценная	ценная
	В целом	ценная	филлер хороший	слабая	сильная	слабая
Седиментация, мл		50	34	46	45	32
Соответствие нормам по значениям седиментации		сильная	средняя	сильная	сильная	средняя

Продолжение таблицы 3

Показатели оценки качества клейковины, урожай 2012 года		Варианты (номера) генотипов АЦПГ (2015 год)				
		18	19	20	21	22
Содержание сырой клейковины		27,4	28,8	29,5	30,9	31,5
ИДК (ед. шк)		76,3	82,2	90,8	69,4	73,7
Группа по ГОСТ Р 54478-2011		I	II	II	I	I
Соответствие ГОСТ Р 52189-2003 по количеству и качеству клейковины		второй сорт	высший сорт	высший сорт	первый сорт	первый сорт
Соответствие нормам Центральной лаборатории ГСИ по клейковине (на Глютома тике)	По колич.	филлер хороший	ценная	ценная	удовл. улучш	удовл. улучш.
	По качеству	ценная	ценная	филлер хор.	ценная	ценная
	В целом	филлер хороший	филлер хороший	филлер удовл.	удовл. улучш.	удовл. улучш
Седиментация, мл		39	50	20	58	55
Соответствие нормам по значениям седиментации		средняя	сильная	средняя	сильная	сильная

Продолжение таблицы 3

Показатели оценки качества клейковины, урожай 2012	Варианты (номера) генотипов АЦПГ (2015 год)				
	24	25	28	29	
1. Содержание сырой клейковины	37,8	35,9	30,6	32,1	
2. ИДК (ед. шк)	81,7	76,8	69,4	66,4	
Группа по ГОСТ Р 54478-2011	II	I	I	I	
Соответствие ГОСТ Р 52189-2003 по количеству и качеству клейковины	первый сорт	первый сорт	первый сорт	первый сорт	
Соответствие нормам Центральной лаборатории ГСИ по клейковине (на Глютоматике)	По колич.	отличный улучшит.	отличный улучшит.	удовлетв. улучшит.	удовлетв. улучшит.
	По качеству	ценная	ценная	ценная	ценная
	В целом	отличный улучшит.	отличный улучшит.	удовлетв. улучшит.	удовлетв. улучшит.
Седиментация, мл	67	52	52	54	
Соответствие нормам по значениями седиментации	очень сильная	сильная	сильная	сильная	

Оба генотипа АЦПГ имеют общий тип чужеродной цитоплазмы — *T. timopheevii* и весьма высокое содержание клейковины — 37,8% и 35,9% у генотипов № 24 и № 25 соответственно.

Эти генотипы являются мультилиниями, для них характерен единый тип чужеродной цитоплазмы (*T. timopheevii*), но они отличаются по разновидности генотипа: № 24 — лютесценс, № 25 — эритроспермум.

Эти генотипы различаются качеством клейковины: у генотипа № 25 — I-я группа качества (по ИДК), а у № 24 — II-я группа. Показатели седиментации, наоборот, более высокие у генотипа № 24 (очень сильная), тогда как у № 25 — «сильная».

Категория «хороший улучшитель» предполагает наличие сырой клейковины не менее 32% и ИДК — 45—75 ед. шк. К этой категории отнесен лишь один генотип (№ 29), имеющий цитоплазму пшеницы мягкой (*T. aestivum L.*). Этот генотип по уровню гетерогенности — гибридная популяция, разновидность — лютесценс.

К категории «удовлетворительный улучшитель» относятся три генотипа (№ 21, 22 и 28), поскольку у них содержание сырой клейковины не ниже 30%, а ИДК — 45—75 ед. шк. Две формы из этой категории пшеницы имеют обычную пшеничную цитоплазму *T. aestivum L.* (№ 22 и 28), тогда как третий генотип (№ 21) — цитоплазму *T. timopheevii* (вар. 1.1). Две формы (№ 21 и 22) представляют линии, а третья форма (№ 28) — гибридная популяция. Для всех генотипов этой группы характерно высокое качество клейковины — I-я группа ИДК, а значение седиментации относится к категории «сильная».

Категории «ценная пшеница» соответствуют сорта, у которых содержание клейковины не ниже 25%, а ИДК — 43—85 ед. шк. В эту группу входят четыре генотипа (№ 16, 18, 19 и 20). В частности, два генотипа (№ 16 и 19) на цитоплазме

*T. aestivum* L., тогда как генотип № 18 имеет цитоплазму *T. timopheevii*, а № 20 — *Secale cereale* L. Эти генотипы различаются также по уровню гетерогенности: № 16 и 18 — гибридные популяции, а № 19 и 20 — линии. По значениям седиментации два генотипа относятся к категории «сильная» (№ 16 и 19), а два остальных (№ 18 и 20) — к категории «средняя».

К категории «хороший филлер» отнесен лишь один генотип (№ 13) с содержанием клейковины не ниже 25%, а ИДК — 35—90 ед. шк. Этот генотип АЦПГ с цитоплазмой *T. timopheevii* представляет гибридную популяцию. Качество клейковины этого генотипа относится к I-й группе (ИДК — 74 ед. шк.), а по значениям седиментации (34 мл) соответствует норме «средняя».

К категории слабых сортов пшеницы по содержанию массовой доли клейковины отнесены генотипы, у которых этот показатель не ниже 18%, а ИДК от 0 до 120 ед. шк. Это генотипы № 15 и 17, у которых содержание клейковины соответственно 22,8% и 21,7%.

Следует отметить, что качество клейковины у этих генотипов весьма высокое — (ИДК — 69,0 ед. шк. у № 15) и 73,0 ед. шк. — у № 17), т.е. это первая группа качества. Показатель седиментации у № 15 (46 мл) относится к категории «сильная», а у генотипа № 17 показатель седиментации соответствует характеристике «средняя» (32 мл).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате идентификации с использованием молекулярного маркирования (праймеры *4F/4R*) из коллекции выделены 15 генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы с аллелем «дикого» типа *Wx-B1a*.

Технологический анализ клейковины у 14 генотипов отражает ее значительное разнообразие как по содержанию, так и по качеству. К категории сильных сортов пшеницы (клейковина не менее 28%) отнесены десять генотипов, при этом у семи генотипов качество клейковины по результатам ИДК соответствует I-й группе, а у трех генотипов — II-й группе.

Два генотипа АЦПГ по содержанию клейковины относятся к категории слабых сортов (клейковины не менее 18%), однако качество клейковины этих сортов остается высоким — I-я группа.

Такое разнообразие генотипов пшеницы по содержанию и качеству клейковины может представлять интерес для изготовления изделий целевого назначения. Мука из сильных сортов мягкой пшеницы (при содержании клейковины не менее 32%) является, как известно, улучшителем более слабой муки, тогда как слабые сорта (содержание клейковины 13—23%) целесообразно использовать для изделий типа галет и крекеров.

На основе идентификации генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы с аллелем «дикого» типа *Wx-B1a* (праймеры *4F/4R*) методом ДНК-маркирования и анализа клейковины установлен потенциал их генетической изменчивости с целью использования его в селекции пшеницы на качество.

© О.Г. Семенов, М.Г. Дивашук, Хайтембу Герхард Шангешапувако, В.Г. Плющиков, Т.И. Хупацария, В.В. Введенский, А.А. Почтовый, 2018.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Даниленко Н.Г., Давыденко О.Г. Миры геномов органелл. Мн.: Изд-во Тэхналогія, 2003.
2. Мелешикина Е.П., Коломиец С.Н. и др. Целевое использование зерна и муки — требование времени // Пищевая промышленность. 2013. № 9. С. 64—66.
3. Семенов О.Г. Аллоцитоплазматическая пшеница. Биологические основы селекции: Монография. М.: Изд-во РУДН, 2000.
4. Хайтембу Герхард Шангешанувако Реализация качественного потенциала зерна различных морфобиотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы в условиях Московского региона: дисс. на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва. 2017.
5. Horvat D. The relative amounts of HMW glutenin subunits of OS wheat cultivars in relation to bread-making quality / Horvat D., Jurcovic Z., Sudar R., Pavlinic D., Simic G. // Cereal Res. 2002. Vol. 30. P. 415—422.
6. Payne P.I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality // Ann. Rev. Plant Physiol. 1987. V. 38. P. 141—153.
7. Payne P.I., Nighthingale M.A., Krattiger A.F., Holt L.M. The relationship between the composition and the breadmaking quality of British grown wheat varieties // J. Sci. Food Agric. 1987. Vol.40. P. 51—65.
8. Tanaka H., Toyoda S., Tsjimoto H. Diversity of Low-Molecular-Weight glutenin subunit genes in Asian common wheat (*Triticum aestivum* L.) // Breeding Science, 2005.
9. Weegels P.L., Hamer R.J., Schofield I.D. Functional properties of wheat glutenin // Journal of Cereal Science. 1996. Vol. 23. P. 1—18.
10. Дивашук М.Г., Климушина М.В., Карлов Г.И. Молекулярно-генетическая характеристика аллеля wx-b1e мягкой пшеницы и применимость ДНК-маркеров для его идентификации // Генетика. 2011. Т. 47. № 12. С. 1611.
11. Климушина М.В., Гладких Н.И., Дивашук М.Г., Беспалова Л.А., Васильев А.В., Карлов Г.И. Распределение аллелей генов Wx в коллекции мягкой пшеницы Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 187—192.
12. Климушина М.В., Крупин П.Ю., Дивашук М.Г., Карлов Г.И. Об оптимизации систем молекулярного маркирования Waxy-генов пшеницы для целей масс-селекции // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 5. С. 36—41.
13. Климушина М.В., Дивашук М.Г., Мухаммед Т.А.К., Семенов О.Г., Карлов Г.И. Анализ аллельного состава генов, связанных с хлебопекарными качествами у аллоцитоплазматических гибридов пшеницы // Генетика. 2013. Т. 49. № 5. С. 617.
14. Tawfeek A.K.M., Divashuk M.G., Semenov O.G. Screening of allelic genes, associated with the baking quality of grain in various hybrid allocytoplasmic sping wheat. / В книге: Инновационные процессы в АПК: сборник статей VII Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов (на иностранных языках). Conference Papers of the VII International Scientific and Practical Conference of Professors, Young Scientists, Post-graduate and Under-Graduate students. Российский университет дружбы народов. 2015. С. 160—161.

### Сведения об авторах:

Семенов Олег Григорьевич — кандидат биологических наук, профессор департамента техно-сферной безопасности Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: semenov\_og@rudn.university

Дивашук Михаил Георгиевич — кандидат биологических наук, доцент Центра молекулярной биотехнологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. e-mail: genetics@timacad.ru

Хайтембу Герхард Шангешанувако — кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории аналитических услуг и разработки продуктов (отдел биотехнологии) Министерства сельского, водного и лесного хозяйства. Виндхук. Намибия. e-mail: g.haitembu@yahoo.com

*Плющиков Вадим Геннадьевич* — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов. e-mail: plyuschikov\_vg@rudn.university

*Хупацария Титико Иттолитович* — кандидат биологических наук, профессор кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; e-mail: genetics@timacad.ru

*Введенский Валентин Валентинович* — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов. e-mail: vvedensky\_vv@rudn.university

*Почтовый Андрей Андреевич* — аспирант биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; e-mail: genetics@timacad.ru

**Для цитирования:**

*Семенов О.Г., Дивашук М.Г., Хайтембу Герхард Шангешапвако, Плющиков В.Г., Хупацария Т.И., Введенский В.В., Почтовый А.А.* Специфика сочетаний качественных и количественных характеристик клейковины у генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы с аллелем Wx-B1a // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2018. Т. 13. № 1. С. 14—25. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-14-25.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-14-25

**SPECIFICITY OF COMBINATIONS OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF GLUCOVINE IN GENOTYPES OF ALLOCYTOPLASMATIC SPRUCE WHEAT WITH ALLEL OF WILD TYPE Wx-B1a**

**O.G. Semenov<sup>1</sup>, M.G. Divashur<sup>2,4</sup>,  
Haitembu Gerhard Shangeshapwako<sup>3</sup>, V.G. Plushikov<sup>1</sup>,  
T.I. Hupacaria<sup>2</sup>, V.V. Vvedensky<sup>1</sup>, A.A. Pochtovy<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
*Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University  
*Timiryazevskaya st., 49, Moscow, Russia, 127550*

<sup>3</sup>Analytical Services and Product Development Laboratory (Biotechnology Section).  
Ministry of Agriculture, Water and Forestry  
*Government Office Park, Luther st., Windhoek, Namibia*

<sup>4</sup>All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology  
*Timiryazevskaya st., 42, Moscow, 127550, Russia*

<sup>5</sup>Lomonosov Moscow State University  
*GSP-1, Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119991*

**Abstract.** As a result of screening of the allelic composition of genes associated with baking properties, a significant genotypic variety of forms of allocytoplasmic spring wheat (ATSGG) from the ATI PFUR collection was established. In addition to the altered forms, 15 genotypes were isolated as a result of recombinations and introgression, in the genome of which the presence of a allele of wild type Wx-B1a (primer 4F / 4R) was detected. Analysis of the content and quality of gluten in these forms of ACPG made

it possible to differentiate these genotypes according to their functional characteristics, which are related to baking properties. The amplitude of the differences in the genotypes of the ACPG in terms of the mass fraction of gluten is from 21.7% to 37.8%, the quality of gluten according to the IDK parameters in the majority of the studied genotypes of the I-st group. The genotypes of the category of strong wheat are of particular value: No. 24 (cytoplasm T. timopheevii), in which the mass fraction of gluten is 37.8% (class of super-strong wheat), and also genotypes of the 1st class, in which the gluten content is not less than 32%, and the quality of gluten is not lower than the I-st group (IDK — 43—77 units.). These are genotypes No. 25 (the cytoplasm of T. timopheevii) and No. 29 (the cytoplasm of T.aestivum L., as a result of backcrossing).

To the category of strong wheat of the 2nd class (mass fraction of gluten is not lower than 28%, and the quality of gluten is the I-st group), four genotypes are classified. The category of valuable wheat of the 3rd class includes two genotypes, in which the mass fraction of gluten is not less than 25%. However, the quality of gluten in these genotypes is not II-th group, but higher — it corresponds to the I-st group.

Genotypes with a specific combination of the mass fraction of gluten characteristic of strong and valuable wheat, with the qualitative characteristics of gluten of the I-th group, expand the range of their intended use in the production of bakery products.

**Key words:** allo-cytoplasmic wheat, gluten quality, gluten quantity, normal allele, foreign cytoplasm

## REFERENCES

1. Danilenko N.G. and Davydenko O.G. The worlds of organelle genomes. Minsk: Tekhnologiya, 2003.
2. Meleshkina E.P., Kolomic S.N. et al. Targeted use of grain and flour — Time Requirement. *Food Industry*. 2013. Vol. 9. P. 64—66.
3. Semenov O.G. Allo-cytoplasmic wheat. Biological bases of selection: monograph. M.: Publishing house of PFUR, 2000.
4. Haitembu Gerhard Shangeshapwako. Realization of potential quality grains of various morphobiotypes of allocytoplasmic spring wheat in conditions of the Moscow region. Dissertation. Moscow. 2017.
5. Horvat D., Jurcovic Z., Sudar R., Pavlinic D., Simic G. The relative amounts of HMW glutenin subunits of OS wheat cultivars in relation to bread-making quality. *Cereal Res*. 2002. Vol. 30. P. 415—422.
6. Payne P.I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 1987. V. 38. P. 141—153.
7. Payne P.I., Nigthingale M.A., Krattiger A.F., and Holt L.M. The relationship between the composition and the breadmaking quality of British grown wheat varieties. *J. Sci. Food Agric*. 1987. Vol.40. P.51—65.
8. Tanaka H., Toyoda S., Tsijmoto H. Diversity of Low-Molecular-Weight glutenin subunit genes in Asian common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Breeding Science*, 2005.
9. Weegels P.L., Hamer R.J., Schofield I.D. Functional properties of wheat glutenin. *Journal of Cereal Science*. 1996. Vol. 23. P. 1—18.
10. Divashuk M.G., Klimushina M.V., Karlov G.I. Molecular genetic characteristics of the WX-B1E allele from common wheat and applicability of the DNA markers for its identification. *Russian Journal of Genetics*. 2011. T. 47. № 12. P. 1428—1432.
11. Klimushina M.V., Gladkih N.I., Divashuk M.G., Bespalova L.A., Vasilyev A.V., Karlov G.I. Distribution of allelic variants of Wx genes in the common wheat collection made at the Krasnodar Lukyanenko research Institute of Agriculture. *Vavilov journal of genetics and plant breeding*. 2012. T. 16. No. 1. P. 187—192.
12. Klimushina M.V., Kroupin P.Yu., Divashuk M.G., Karlov G.I. About optimization of molecular labeling of wheat Waxy-genes for mass-selection. *Agricultural biology*. 2010. Vol. 5. P. 36—41.



13. Klimushina M.V., Divashuk M.G., Karlov G.I., Mokhammed T.A.K., Semenov O.G. Analysis of allelic state of genes responsible for baking properties in alloctoplasmic wheat hybrids. *Russian Journal of Genetics*. 2013. T. 49. № 5. P. 530—538.
14. Tawfeek A.K.M., Divashuk M.G., Semenov O.G. Screening of allelic genes, associated with the baking quality of grain in various hybrid alloctoplasmic sping wheat. *Conference Papers of the VII International Scientific and Practical Conference of Professors, Young Scientists, Post-graduate and Under-Graduate students*. Russian State Agrarian University. 2015. P. 160—161.

**For citation:**

*Semenov O.G., Divashur M.G., Haitembu Gerhard Shangeshapwako, Plushikov V.G., Hupacaria T.I., Vvedenskiy V.V., Pochtovyy A.A.* Specificity of combinations of qualitative and quantitative characteristics of glucovine in genotypes of alloctoplasmatic spruce wheat with allele of wild type Wx-B1a. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 14—25. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-14-25.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-26-34  
УДК 574/577

## ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ НА СОЛЕВОЙ СТРЕСС СОРТОВ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАСТБИЩ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

М.Ю. Пучков<sup>1</sup>, М.А. Лысаков<sup>1</sup>, А.Ф. Туманян<sup>2</sup>,  
Е.Г. Локтионова<sup>3</sup>, В.М. Струков<sup>1</sup>, А.А. Терехин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
орошаемого овощеводства и бахчеводства»  
*ул. Любича, 16, г. Камызяк, Астраханская область, Россия, 416251*

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198*

<sup>3</sup>ФГБНУ «Астраханский государственный университет»  
*пл. Шаумяна, 1, г. Астрахань, Россия, 414000*

На территории Северо-Западного Прикаспия значительные площади занимают почвы с различной степенью засоления, поэтому для формирования пастбищ на данных территориях необходимо отобрать виды и сорта культур, которые переносят солевой стресс. Нами проведены экспедиционные исследования по изучению флористического состава, а также фенологические, биометрические наблюдения и досконально изучен почвенный покров пастбищных сообществ. В результате были отобраны виды растений из данных сообществ, которые наиболее приспособлены к неблагоприятным условиям Северо-Западного Прикаспия, а также добавлены другие виды и культурные сорта растений из мировой коллекции ВИР других эколого-географических областей. Экспедиционные исследования по отбору видов пастбищных растений проводились на территории Западного ильменно-бугрового ландшафтного района, а лабораторные исследования — в лаборатории ФГБНУ ВНИИООБ в период 2011—2017 гг. Целью исследования является отбор сортов и видов многолетних пастбищных культур, наиболее устойчивых к высокому содержанию соли в почве.

При изучении способности видов и сортов переносить солевой стресс были выделены растения по их приспособленности к стрессовому воздействию. Наиболее приспособленные растения, где процент всхожих семян был от 24% до 30%, средняя способность переносить солевой стресс со всхожестью у семян 15%, и сорта и виды со всхожестью от 0,1% до 0% — неприспособленные.

К очень приспособленным к солевому стрессу относятся виды и сорта растения: Пырей удлиненный (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) сорт Солончаковый — 30%; пырей бескорневищный (*Elymus novae-angliae* (Scribn.) Tzvelev) сорт Озерненский — 28%; пырей удлиненный (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) сорт Ставропольский 10 — 28%; пырей удлиненный (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) сорт Аргонавт — 27%; житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) сорт Викрав — 26%; костреч безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) сорт Ставропольский 31 — 24%.

**Ключевые слова:** приспособленные к солевому стрессу, солевой стресс, виды растений, эколого-географические районы, провокационный фон, лабораторный метод

На территории Северо-Западного Прикаспия значительные площади занимают почвы с различной степени засоления, из которых большую часть занимают пастбища. На данных почвах из-за высокого содержания солей пастбищная рас-

тительность находится в угнетенном состоянии, в связи с чем данные пастбища малопродуктивны. Но из-за неуклонного повышения числа голов мелкого рогатого скота существует потребность в высокопродуктивных пастбищах. Поэтому нами предприняты крупномасштабные исследования по улучшению видового состава пастбищ, расположенных на засоленных почвах.

Поэтому без учета фактора, лимитирующего продуктивность пастбищ, которым является высокое содержания солей, восстановить обогатить видовой состав пастбищ невозможно. Следовательно, необходимо отобрать растения, которые в себе органично сочетали признаки, направленные на преодоление токсического действия солей.

В ходе многолетних экспедиционных исследований нами было проведено изучение флористического состава, а также фенологические, биометрические наблюдения и досконально изучен почвенный покров пастбищных сообществ. В результате были отобраны виды растений из данных сообществ, которые наиболее приспособлены к неблагоприятным условиям Северо-Западного Прикаспия, а также добавлены другие виды и культурные сорта растений из мировой коллекции ВИР других эколого-географических областей [3—11].

Таким образом, для того чтобы подобрать виды и сорта многолетних пастбищных культур для обогащения видового состава пастбищ в зоне Северо-Западного Прикаспия необходимо провести испытания данных видов растений на провокационных фонах, имитирующих действия неблагоприятного фактора — солевой стресс [11—14].

**Цель исследований:** изучить реакции сортов кормовых культур к солевому стрессу.

**Задачи исследований:**

- изучить реакции сортов и видов кормовых культур на солевой стресс;
- отобрать сорта и виды кормовых культур наиболее устойчивые к солевому стрессу.

**Методика и объект исследования**

Объектами исследований послужили сорта и виды многолетних пастбищных культур из семейства Злаковые (*Gramineae*), выделенные и отобранные в ходе предшествующих исследований:

**Род житняк (*Agropyron*):** житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) сорт Викрав: из России, оригинатор СНИИСХ, выдерживает засоления до 2%, урожайность 3 т/га сухой массы; житняк сибирский (*Agropyron fragile* (Roth) P. Candargy) сорт Боярин: из России, оригинатор СНИИСХ, несолеустойчив, урожайность 33 т/га сухой массы; житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) сорт Галинский: сорт из Армении, солевынослив, урожайность 20 т/га сухой массы; житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.): дикорастущий вид из Юго-Востока России, солевынослив, урожайность 25 т/га сухой массы; житняк пустынный (*Agropyron desertorum* (Fisch. Ex Link) Schult): дикорастущий вид из Северо-Западного Прикаспия России, солевынослив, урожайность 30 т/га сухой массы.

**Под пырей (*Elytrigia*):** Пырей удлинённый (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) сорта: Солончаковый; Ставропольский 10; Аргонавт: из России, оригинатор СНИИСХ, выдерживает засоления до 2%, урожайность 30 т/га сухой массы; пырей удлинённый (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski): дикорастущий вид из Боливии, слабосолевынослив, урожайность 20 т/га сухой массы; пырей удлинённый (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski): дикорастущий вид из Йемина, солевынослив, урожайность 23 т/га; пырей удлинённый (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski): дикорастущий вид из Австралии, солевынослив, урожайность 30 т/га; пырей средний (сизый) сорт Ставропольский 1: из России оригинатор СНИИСХ, солевынослив, урожайность 33 т/га; пырей бескорневищный (*Elymus novae-angliae* (Scribn.) Tzvelev): сорт Озерненский: из России оригинатор ВНИИООБ, солевынослив, урожайность до 40 т/га сухой массы; пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Hst) Nevski) сорт Карабалыкский: из России оригинатор Карабалыкская опытная станция, не солевынослив, урожайность 20 т/га сухой массы; пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Hst) Nevski) сорт Ростовский 31: из России, несолевынослив, урожайность 25 т/га сухой массы; пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Hst) Nevski) маиска: дикорастущий вид из США, солевынослив, урожайность 20 т/га сухой массы; пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Hst) Nevski) сорт Аминский: из России, несолевынослив, урожайность 20 т/га сухой массы; пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Hst) Nevski) сорт Камалинский: сорт из России, не солевынослив, урожайность 24 т/га сухой массы; пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Hst) Nevski) сорт Ленский: сорт из России, не солевынослив, урожайность 25 т/га сухой массы.

**Под пырейник (*Elymus*):** Пырейник сибирский (*Elymus sibiricus* L.) Аист: из России, не солевынослив, урожайность 25 т/га сухой массы; пырейник канадский (*Elymus canadensis* L.): дикорастущий вид из Германии, не солевынослив, урожайность 20 т/га.

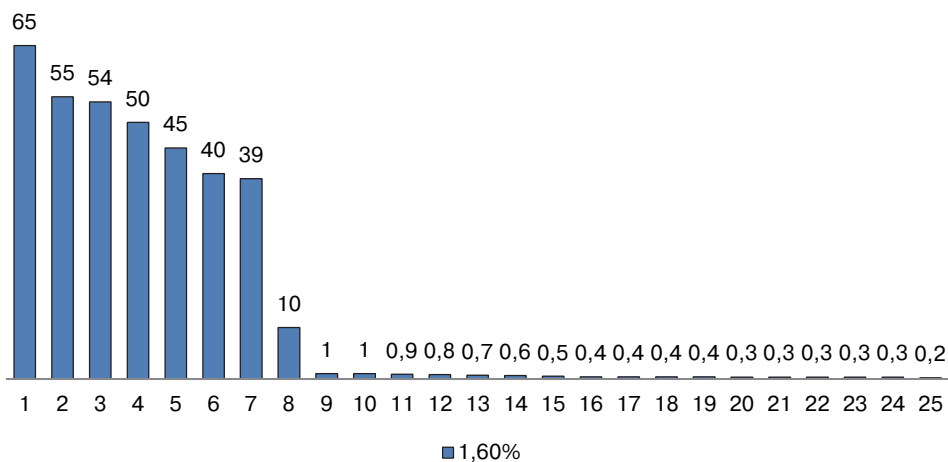
**Под кострец (*Bromopsis*):** Кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) сорт Ставропольский 31: из России оригинатор СНИИСХ, слабосолевынослив, урожайность 30 т/га сухой массы; кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) сорт СНИИСХ 83: из России оригинатор СНИИСХ, не солевынослив, урожайность 33 т/га сухой массы; кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) сорт Вегур: из России оригинатор СНИИСХ, не солевынослив, урожайность 34 т/га.

Вышеперечисленные сорта и дикорастущие виды, выделенные в ходе многолетних экспедиций и из разных эколого-географических зон, были подвергнуты действием неблагоприятных факторов среды. Солевой стресс был симитирован в лабораторных условиях с использованием чашек Петри. Для этого были приготовлены водные растворы соли хлорида натрия разных концентраций 0,1%, 0,6%, 1,0%, 1,6%, 2,0%. Семена видов и сортов растений помещались в чашки Петри, к ним приливались растворы, и в этих растворах семена прорастали, и далее подсчитывались процентные соотношения проросших семян [2]. В работе приводятся результаты всхожести семян растений в растворе с концентрацией хлорида натрия 1,60%, 2% на 100 мл воды, где напряженность стрессового воздействия максимальна.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Реакции различных видов (сортов) многолетних злаковых растений на солевой стресс определяли в лабораторных условиях действием провокационного фона (рис. 1—2).

На рисунке 1 представлены исследования реакции прорастающих семян многолетних злаковых трав на солевой стресс. Концентрация соли составляет 1,60% на 100 мл воды. Выделяется две группы. Это говорит о том, что при увеличивающемся воздействии концентрации соли в растворе растения, которые обладают высокой устойчивостью к солевому стрессу, продолжают лидировать, а у растений, которые изначально были неустойчивы, при повышении концентрации соли показатели падают в геометрической прогрессии. К первой группе относятся растения, устойчивые от 50 до 65%, ко второй группе — менее устойчивые (от 10% до 45%) и к третьей — неустойчивые (от 0,2% до 1%).



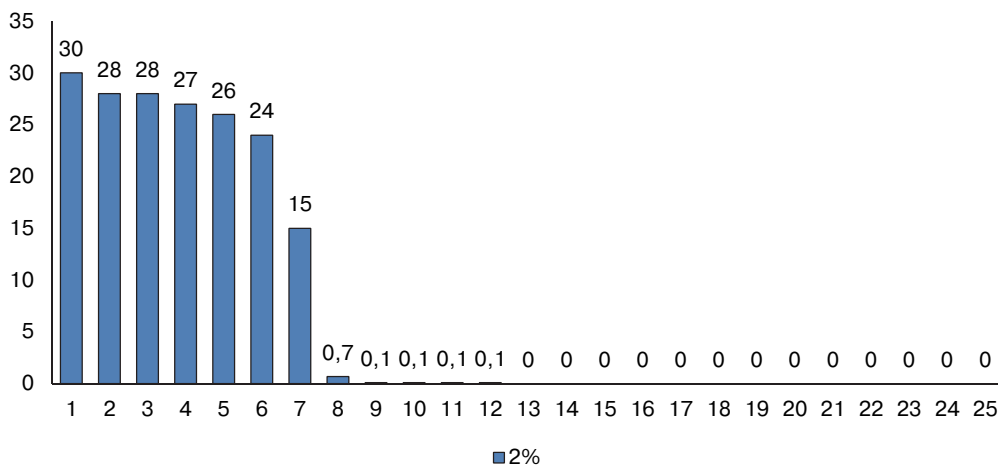
**Рис. 1.** Результаты исследований на солеустойчивость многолетних злаковых трав в растворах NaCl на 100 мл в H<sub>2</sub>O, %:

1 — пырей удлиненный сорт Солончаковский; 2 — пырей бескорневищный сорт Озерненский; 3 — пырей удлиненный сорт Ставропольский 10; 4 — пырей удлиненный сорт Аргонавт; 5 — житняк гребневидный сорт Викрав; 6 — кострец безостый сорт Ставропольский 31; 7 — пырей средний (сизый) Ставропольский 1; 8 — житняк сибирский Боярин; 9 — пырей удлиненный Австралия; 10 — житняк пустынный, Россия; 11 — пырейник канадский, Германия; 12 — пырей средний маиска, США; 13 — пырей удлиненный, Боливия; 14 — пырей удлиненный, Аргентина; 15 — пырей средний сорт Карабалыкский; 16 — пырей сибирский сорт Аминский; 17 — пырей изменчивый сорт Ленский; 18 — кострец безостый сорт СНИИСХ 83; 19 — пырей сибирский сорт Камалинский; 20 — пырей средний сорт Ростовский 31; 21 — житняк гребневидный, Россия; 22 — кострец безостый Вегур; 23 — пырей удлиненный, Йемен; 24 — житняк гребневидный сорт Галинский; 25 — пырейник сибирский сорт Аист

Устойчивые (50—65%): пырей удлиненный сорт Солончаковский — 65%; пырей бескорневищный сорт Озерненский — 55%; пырей удлиненный сорт Ставропольский 10 — 54%; пырей удлиненный сорт Аргонавт — 50%. Менее устойчивые (10—45%): житняк гребневидный сорт Викрав — 45%; кострец безостый сорт Ставропольский 31 — 40%; пырей средний (сизый) Ставропольский 1 — 39%; житняк сибирский Боярин — 10%. Неустойчивые (0,2% до 1%): пырей удлиненный Австралия — 1%; житняк пустынный, Россия — 1%; пырейник канадский, Германия — 0,9%; пырей средний маиска, США — 0,8%; пырей удлиненный, Боливия — 0,7%; пырей удлиненный, Аргентина — 0,6%; пырей средний сорт

Карабалыкский — 0,5%; пырей сибирский сорт Аминский — 0,4; пырей изменчивый сорт Ленский — 0,4%; кострец безостый сорт СНИИСХ 83 — 0,4%; пырей сибирский сорт Камалинский — 0,4%; пырей средний сорт Ростовский 31 — 0,3%; житняк гребневидный, Россия — 0,3%; кострец безостый Вегур — 0,3%; пырей удлиненный, Йемен — 0,3%; житняк гребневидный сорт Галинский — 0,3%; пырейник сибирский сорт Аист — 0,2%.

При воздействии максимальной концентрации соли до 2% на растения (сорта) выделилась следующие сорта и виды растений. Наиболее приспособленные к солевому стрессу (24...30%): пырей удлиненный, сорт «Солончаковый» — 30%; пырей бескорневищный, сорт «Озерненский» — 28%; пырей удлиненный, сорт «Ставропольский 10» — 28%; пырей удлиненный, сорт «Аргонавт» — 27%; житняк гребневидный, сорт «Викрав» — 26%; кострец безостый, сорт «Ставропольский 31» — 24%. Растения менее приспособленные к стрессу (15%): пырей средний (сизый), сорт «Ставропольский 1» — 15%. Остальные виды и сорта многолетних пастбищных культур, не устойчивые к солевому стрессу (0,0...0,7%) (рис. 3).



**Рис. 2.** Солеустойчивость многолетних злаковых культур, 2%-й раствор NaCl на 100 мл в H<sub>2</sub>O:

1 — пырей удлиненный, сорт «Солончаковый»; 2 — пырей удлиненный, сорт «Ставропольский 10»; 3 — пырей бескорневищный, сорт «Озерненский»; 4 — кострец безостый, сорт «Ставропольский 31»; 5 — житняк сибирский, сорт «Боярин»; 6 — житняк гребневидный, сорт «Викрав»; 7 — пырей средний, сорт «Ставропольский 1»; 8 — пырей удлиненный, сорт «Аргонавт»; 9 — пырей удлиненный (Австралия); 10 — житняк пустынный (Россия); 11 — пырейник канадский (Германия); 12 — пырей средний маиска (США); 13 — пырей удлиненный (Боливия); 14 — пырей удлиненный (Аргентина); 15 — пырей средний, сорт «Карабалыкский»; 16 — пырей сибирский, сорт «Аминский»; 17 — пырей изменчивый, сорт «Ленский»; 18 — кострец безостый, сорт «СНИИСХ 83»; 19 — пырей средний, сорт «Ростовский 31»; 20 — кострец безостый, сорт «Вегур»; 21 — пырей сибирский, сорт «Камалинский»; 22 — житняк гребневидный (Россия); 23 — пырей удлиненный (Йемен); 24 — пырейник сибирский, сорт «Аист»; 25 — житняк гребневидный, сорт «Галинский»

Из вышеперечисленных представителей семейства злаковые наиболее приспособленные к произрастанию на засоленных почвах и способные формировать устойчивые пастбища — это сорта и виды многолетних пастбищных культур: пырей удлиненный, сорт «Солончаковый»; пырей бескорневищный, сорт «Озерненский»; пырей удлиненный, сорт «Ставропольский 10»; пырей удлиненный, сорт «Аргонавт»; житняк гребневидный, сорт «Викрав»; кострец безостый, сорт «Ставропольский 31».

## ВЫВОДЫ

В результате исследований были отобраны сорта и виды многолетних пастбищных культур, способных переносить солевой стресс и произрастать на почвах, содержащих до 2% солей: Пырей удлинённый (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) сорт Солончаковый — 30%; пырей бескорневищный (*Elymus novae-angliae* (Scribn.) Tzvelev) сорт Озерненский — 28%; пырей удлинённый (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) сорт Ставропольский 10 — 28%; пырей удлинённый (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) сорт Аргонавт — 27%; житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) сорт Викрав — 26%; кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) сорт Ставропольский 31 — 24%.

© М.Ю. Пучков, М.А. Лысаков, А.Ф. Туманян,  
Е.Г. Локтионова В.М. Струков, А.А. Терехин, 2017.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: Методическое руководство. Коллектив авторов. Л.: ВИР, 1988.
2. Косолапов В.М. Генетические ресурсы кормопроизводства // Вестник Российской академии наук. 2015. Т. 85, № 1. С. 19—22.
3. Лысаков М.А. Система экологических стратегий растений Раменского-Грайма для формирования устойчивого растительного сообщества на деградированных ландшафтах Северо-Западного Прикаспия // Естественные науки. 2015. № 3 (52).
4. Пучков М.Ю. Ломкоколосник ситниковый в пустынных агроценозах Северо-Западного Прикаспия // Естественные науки. 2014. № 3. С. 18—21.
5. Пучков М.Ю. Новые сорта многолетних трав для аридной зоны Северного Прикаспия // Адаптивное кормопроизводство. 2013. № 1 (13). С. 50—53.
6. Шахмедов И.Ш. Подбор сортов многолетних трав для возделывания на засоленных и деградированных пастбищах в Северном Прикаспии // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2016. № 2(27). С. 14—17.
7. Puchkov M.Y., Loktionova E.G., Puchkova A.M., Yakovleva L.V., Andrianov V.A., Lysakov M.A. Use of Geosynthetic Nonwoven Roll Material for the Restoration of the Natural and Technogenic Systems // Abstract International Journal of Applied Engineering. 2015. Vol. 10. N 12. P. 29083—29089.
8. Kikvidze Z., Brooker R.W., Butterfield B.J., Callaway R.M., Cavieres L.A. The effects of foundation species on community assembly: a global study on alpine cushion plant communities // Ecology. 2015. 96 (8), 2064—2069.
9. Sotomayor D.A., Lortie C.J. Indirect interactions in terrestrial plant communities: emerging patterns and research gaps // Ecosphere. 2015. 6 (6). art103.
10. Sotomayor D.A., Lortie C.J., Lamarque L.J. Nurse-plant effects on the seed biology and germination of desert // Annuals Austral Ecology 2014. 39 (7), 786—794.
11. Michalet R., Maalouf J.P., Choler P., Clément B., Rosebery D., Royer J.M. Competition, facilitation and environmental severity shape the relationship between local and regional species richness in plant communities // Ecography. 2014. 37, 1—11.
12. Thébault A., Mariotte P., Lortie C.J. Land management trumps the effects of climate change and elevated CO<sub>2</sub> on grassland functioning AS MacDougall // Journal of Ecology. 2014. 102 (4), 896—904.
13. Violle C., Choler P., Borge B., Garnier E., Amiaud B., Debarros G., Diquelou S. Vegetation ecology meets ecosystem science: Permanent grasslands as a functional biogeography case study // Science of The Total Environment, 2015.

**Сведения об авторах:**

*Пучков Михаил Юрьевич* — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, директор Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства; e-mail: rosecostroi@mail.ru

*Лысаков Максим Аркадьевич* — научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства; e-mail: nature1986@yandex.ru

*Туманян Антонина Федоровна* — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Агробиотехнологического департамента Аграрнотехнологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: aftum@mail.ru

*Елена Геннадьевна Локтионова* — кандидат химических наук, доцент кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности Астраханского государственного университета; e-mail: eleloktionova@yandex.ru

*Струков Василий Михайлович* — младший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого овощеводства и бахчеводства; e-mail: nature1986@yandex.ru

*Терехин Алексей Алексеевич* — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: terekhin\_aa@rudn.university

**Для цитирования:**

*Пучков М.Ю., Лысаков М.А., Туманян А.Ф., Локтионова Е.Г., Струков В.М., Терехин А.А.* Изучения реакции на солевой стресс сортов кормовых культур для формирования пастбищ в условиях Северо-Западного Прикаспия // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство*. 2018. Т. 13. № 1. С. 26—34. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-26-34.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-26-34

**THE STUDIES OF THE REACTION TO THE SALT STRESS  
OF VARIETIES OF FODDER CROPS FOR FORMATION  
OF PASTURES IN THE CONDITIONS  
OF NORTH WESTERN CASPIANS**

**M.Yu. Puchkov<sup>1</sup>, M.A. Lysakov<sup>1</sup>, A.F. Tumanyan<sup>2</sup>,  
E.G. Loktionova<sup>3</sup>, V.M. Strukov<sup>1</sup>, A.A. Terekhin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>All-Russian Scientific Research Institute of Irrigation Vegetable and Melon Crop  
*Lubich st., 16, Kamyzyak, Astrakhan Region, Russia, 416341*

<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
*Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198*

<sup>3</sup>Astrakhan State University  
*Shaumyan sq., 1, Astrakhan, Russia, 414000*

**Abstract.** On the territory of the North-Western Caspian, significant areas occupy soils with varying degrees of salinity, therefore, to form pastures in these areas, it is necessary to select species and varieties of crops that tolerate salt stress. We conducted expeditionary studies on the study of floristic composition,



as well as phenological, biometric observation and thoroughly studied the soil cover of pasture communities. As a result, plant species from these communities were selected, which were the most adapted to the unfavorable conditions of the Northwest Caspian region, and other species and cultivars were added from the world collection of All-Union Scientific Research Institute of Plant Growing of other ecogeographical regions. Expeditionary research on the selection of species of pasture plants was carried out on the territory of the West Ilmenno-hillock landscape area, and laboratory studies in the laboratory of the All-Russian Research Institute of Veterinary Research in the period 2011—2017. The purpose of the study is to select varieties and species of perennial pasture crops that are most resistant to high salt content in the soil.

When studying the ability of species and varieties to tolerate salt stress, plants were isolated according to their fitness for stress. The most adapted plants, where the percentage of viable seeds was from 24% to 30%, the average ability to tolerate salt stress with germination in seeds of 15%, and varieties and species with an germination from 0.1% to 0% — are unsuitable.

To very adapted to salt stress include species and varieties of the plant: *Elytrigia elongate* (Host.) Nevski, var. Salt — 30%; *Elymus novae-angliae* (Scribn.) Tzvelev) Ozernensky variety — 28%; elongated elm (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) variety Stavropol 10 — 28%; elongated elm (*Elytrigia elongate* (Host.) Nevski) sort Argonaut — 27%; *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) Variety — 26%, *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, cultivar Stavropol 31 — 24%.

**Key words:** adapted to saline stress, salt stress, plant species, ecogeographical regions, provocative background, laboratory method

## REFERENCES

1. Diagnostics of plant resistance to stress: Methodological guidance. Team of authors. L.: VIR, 1988. 228 p.
2. Kosolapov V.M. Genetic resources of fodder production. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2015. Vol. 85, No. 1. P. 19—22.
3. Lysakov M.A. The system of ecological strategies of plants of Ramensky-Grime for the formation of a sustainable plant community on the degraded landscapes of the North-Western Caspian Region. *Natural sciences*. 2015. No. 3. (52).
4. Puchkov M.Yu. Lokokolosnik Sitnikov in desert agrocenoses of the North-Western Pre-Caspian Region. *Natural sciences*. 2014. № 3. P. 18—21.
5. Puchkov M.Yu. New varieties of perennial grasses for the arid zone of the Northern Caspian. *Adaptive fodder production*. 2013. No. 1 (13). P. 50—53.
6. Shakhmedov I.Sh. Selection of varieties of perennial grasses for cultivation on saline and degraded pastures in the Northern Caspian Region. *Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex*. 2016. № 2 (27). P. 14—17.
7. Puchkov M.Y., Loktionova E.G., Puchkova A.M., Yakovleva L.V., Andrianov V.A., Lysakov M.A. Use Of Geosynthetic Nonwoven Roll Material for the Restoration of the Natural and Technogenic Systems. *Abstract International Journal of Applied Engineering*. 2015. Vol. 10. N 12. P. 29083—29089.
8. Kikvidze Z., Brooker R.W., Butterfield B.J., Callaway R.M., Cavieres L.A. The effects of foundation species on community assembly: a global study on alpine cushion plant communities. *Ecology*. 2015. 96 (8), 2064—2069.
9. Sotomayor D.A., Lortie C.J. Indirect interactions in terrestrial plant communities: emerging patterns and research gaps. *Ecosphere*. 2015. 6 (6), art103.
10. Sotomayor D.A., Lortie C.J., Lamarque L.J. Nurse-plant effects on the seed biology and germination of desert annuals. *Austral Ecology*. 2014. 39 (7), 786—794.
11. Michalet R., Maalouf J.P., Choler P., Clément B., Rosebery D., Royer J.M. Competition, facilitation and environmental severity shape the relationship between local and regional species richness in plant communities. *Ecography*. 2014. 37, 1—11.

12. Thébault A., Mariotte P., Lortie C.J. Land management trumps the effects of climate change and elevated CO<sub>2</sub> on grassland functioning AS MacDougall *Journal of Ecology*. 2014. 102 (4), 896—904.
13. Violle C., Choler P., Borge B., Garnier E., Amiaud B., Debarros G., Diquelou S. Vegetation ecology meets ecosystem science: Permanent grasslands as a functional biogeography case study. *Science of The Total Environment*, 2015.

**For citation:**

*Puchkov M.Yu., Lysakov M.A., Tumanyan A.F., Loktionova E.G., Strukov V.M., Terekhin A.A.* The studies of the reaction to the salt stress of varieties of fodder crops for formation of pastures in the conditions of North Western Caspian. *Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 26—34. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-26-34.



## ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-35-44  
УДК 631.51, 631.316.22

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МИНИМИЗАЦИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

И.Б. Борисенко<sup>1,3</sup>, О.Г. Чамурлиев<sup>1</sup>, Г.О. Чамурлиев<sup>2</sup>,  
Т.И. Шияпов<sup>2</sup>, П.И. Борисенко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Волгоградский государственный аграрный университет  
*пр. Университетский, 26, Волгоград, 400002*

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198*

<sup>3</sup>Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия  
*Квартал Северный, 8, с. Солёной Займище, Черныярский район,  
Астраханская область, Россия, 416251*

В статье приведены данные по влиянию чизельной обработки с использованием рабочего органа «РОПА» на площадь профиля рыхления почвы, приведенной на 1 м ширины захвата орудия. Также представлена зависимость высоты зоны сплошной обработки от глубины чизеливания и места крепления горизонтального ножа. Применение чизельного рыхлителя на глубину 25—40 см позволяет повысить качество обрабатываемого слоя и обеспечивают зону сплошного рыхления на 0,6—0,12 м, необходимого для сева зерновых и высокостебельных пропашных культур. В статье представлен рабочий орган «РОПА», предназначенный для минимальной обработки почвы с полосным углублением. В нем функционально совмещены возможности чизельной наклонной стойки и стандартного глубокорыхлителя. Криволинейная стойка имеет внутрипочвенный изгиб в сторону полевого обреза под углом 45 градусов и укомплектована плоскорежущей лапкой, ножом и башмаком с накладным долотом. Технология минимальной обработки почвы с полосным углублением обеспечивается конструктивно — соотношениями между длинами горизонтальной составляющей горизонтальной проекции ножа и лезвия — лапки на поперечную вертикальную плоскость, которые равны соответственно  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{1}{2}$  междуследия.

**Ключевые слова:** основная обработка почвы, чизель, рабочий орган РОПА, полосная обработка почвы, зона сплошной обработки

Вопросу выбора технологии и технологического процесса при обработке почвы уделяется сегодня огромное внимание. Идут широкие дискуссии о преимуществах и недостатках отвальной и безотвальной, глубокой, мелкой и поверхностной обработок почвы, энергосберегающей технологии «прямого посева». При обосновании технологического процесса основной обработки почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия учитывается, что чем полнее культура соответству-

ет агротехническим показателям и экологическим условиям земельного участка, тем больше возможностей минимизации почвообработки. Чем хуже качество почвы, тем интенсивнее обработка.

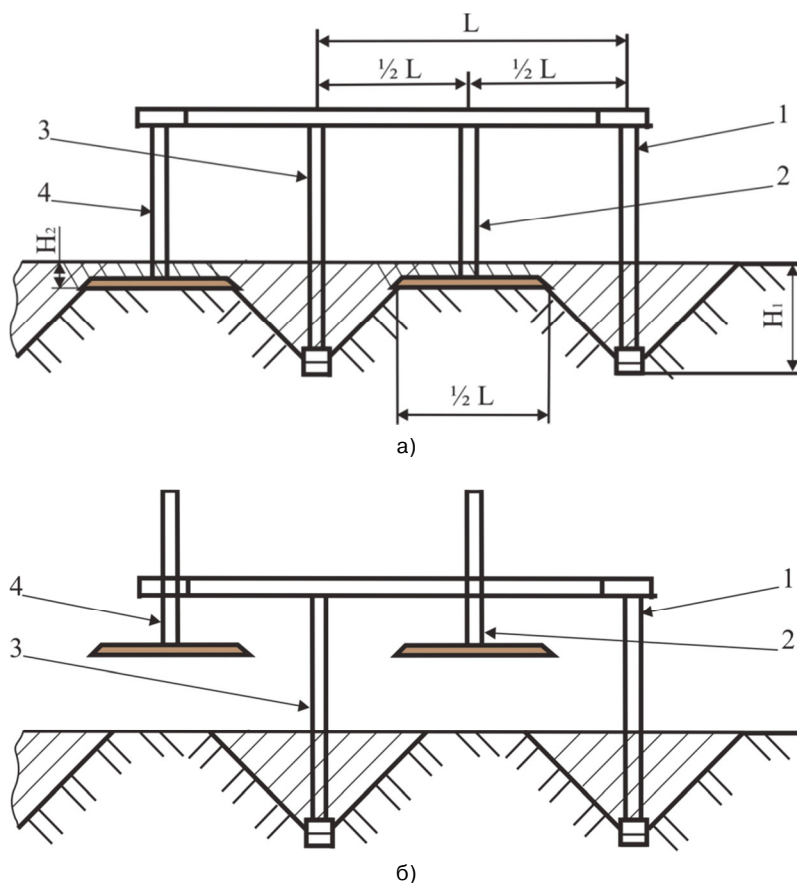
Минимизация почвообработки представляет частный случай ее оптимизации с учетом системных связей, биологических требований растений, гидротермического режима, структурного состояния почвы, рельефа и т.п., т.е. со всеми элементами земледелия и агроэкологическими условиями. Необходимо отметить, что плотность сложения является ведущим фактором эффективного плодородия и определяющим при обосновании и внедрении новых ресурсосберегающих технологий обработки почвы и возделывания сельскохозяйственных культур [8]. Плотность и твердость почвы являются интегральными показателями ее состояния, определяющими как условия развития почвенной биоты, так и развития корневой системы выращиваемых на ней растений [6]. Выбор приема и глубины обработки зависит от микроразнообразия особенностей каждой почвенной разности.

Неблагополучные физические факторы преодолеваются различными приемами регулирования сложения пахотного слоя, которые со временем формируются в энергосберегающие системы обработки почвы. В данной связи представляют интерес появляющиеся в последние годы различные системы полосной обработки почвы (Strip till и другие) [2—5]. В России данное направление также получает развитие. Особый интерес представляют экспериментальные работы А.А. Конищева [9] по созданию оптимальной плотности почвы в различных частях пахотного слоя и оценке ее влияния на урожайность зерновых культур при различных погодных условиях. В данном подходе чередуются относительно рыхлые и уплотненные участки, благодаря чему сглаживается влияние погодных условий на продуктивность посевов, с учетом этого нами предложен способ минимальной обработки почвы [патент РФ № 2612798] и почвообрабатывающее орудие для его выполнения [патент РФ № 2489826, патент на ПМ № 154634].

Предлагаемый способ разноглубинной полосной обработки поясняется рисунками 1а и 1б. На технологической схеме изображено расположение чизельных глубокорыхлителей 1 и 3, плоскорезные лапы 2 и 4, расстояние между центрами четных и нечетных полос  $L$ , глубина обработки нечетных полос  $H1$  и глубина обработки четных полос  $H2$ .

Величина твердости почвы по участкам составляла: в зоне сплошного рыхления для всех участков по полосам — 3—8 кгс/см<sup>2</sup>, для участков нечетных полос, ниже зоны сплошного рыхления, но в зоне рыхления — 3—10 кгс/см<sup>2</sup>, для участков четных полос, ниже зоны сплошного рыхления — 15—50 кгс/см<sup>2</sup>.

Во всех случаях полосная разноглубинная обработка, сочетающая глубокое чизелевание и мелкое плоскорезное рыхление, существенно снижала объем деформации пахотного слоя почвы, обеспечивая зону сплошного рыхления для качественного посева и произрастания зерновых сплошного сева и высокостебельных пропашных культур.



**Рис. 1.** Технологическая схема разноглубинной полосной обработки почвы  
 а) технологическая схема способа минимальной полосной обработки почвы;  
 б) технологическая схема способа минимальной полосной обработки почвы  
 при севе пропашных культур с использованием GPS-навигации  
 (плоскорезные лапы подняты)

Разработанный нами рабочий орган «РОПА» (рис. 2) предназначен для минимальной обработки почвы с полосным углублением. В нем функционально совмещены возможности чизельной наклонной стойки и стандартного глубокорыхлителя. Криволинейная стойка имеет внутрипочвенный изгиб в сторону полевого обреза (под углом  $\approx 45^\circ$ ) и укомплектована плоскорезушкой лапкой, ножом и башмаком с накладным долотом. Лапка, так же как и в предыдущем рабочем органе, имеет возможность дискретного перемещения по высоте стойки посредством болтового соединения и соответствующих отверстий, расположенных на стойке и лапке. Технология минимальной обработки почвы с полосным углублением обеспечивается конструктивно — соотношениями между длинами горизонтальной составляющей проекции ножа и лезвия лапки на поперечно-вертикальную плоскость, которые равны соответственно  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{1}{2}$  междуследия. Глубина рыхления от долота регулируется в пределах 0,25—0,40 м. Односторонняя плоскорезушка лапка при максимальной глубине рыхления долота на 0,4 м обеспечивает зону сплошного рыхления от 0,13 до 0,23 м, а при минимальной глубине долота на 0,25 м — от 0,03 до 0,08 м.



**Рис. 2.** Рабочий орган РОПА

Исследования на землях Южного и Поволжского Федеральных округов показали, что наиболее высокий уровень эффективного плодородия обеспечивается при плотности пахотного слоя в пределах 1,05—1,25 г/см<sup>3</sup> [6, 9]. Одним из доступных способов создания и поддержания оптимального сложения достигается механической обработкой почвы. Причем основное место отводится до посевной обработки, так как она способна регулировать плотность на глубину ниже и под посевным материалом [1, 3]. А с учетом значимости плотности и глубины обработки, как факторов, способствующих накоплению осенне-зимних осадков и предотвращению эрозионных процессов, можно обосновать технологию осенней глубокой обработки.

В связи с этим были проведены исследования по динамике плотности сложения в звене севооборота пар — озимая пшеница — яровая пшеница на фоне приемов осенней обработки. Для исследуемого поля характерно наличие в середине гумусового слоя (22—35 см) плотного (1,47 г/см<sup>3</sup>) иллювиального горизонта (В1) с признаками остаточной солонцеватости.

Наблюдения показали, что в период парования динамика плотности почвы формируется под влиянием технологий подготовки чистого пара. Выявлены различия между вариантами способа обработки и глубиной основной обработки перед парованием в период посева озимой пшеницы по чистому пару (табл. 1).

Таблица 1

**Плотность почвы перед посевом озимой пшеницы по чистому пару (среднее за 2013—2014 гг.), г/см<sup>3</sup>**

Слой почвы, см				Среднее в слое 0—30 см
0—10	10—20	20—30	30—40	
Плоскорезное рыхление на 25—27 см (контроль)				
1,07	1,15	1,18	1,36	1,13
Плоскорезное рыхление на 20—22 см				
1,09	1,14	1,25	1,39	1,16
Рыхление стойками «РОПА» на 33—35 см (без лап, междуследие 0,35 м)				
1,10	1,14	1,18	1,32	1,14
Рыхление стойками «РОПА» на 33—35 см (лапа 10—12 см, междуследие 0,7 м)				
1,08	1,15	1,21	1,34	1,14
Отвальная вспашка на 25—27 см				
1,07	1,15	1,26	1,38	1,16
НСР <sub>05</sub>				
0,07	0,04	0,03	0,02	—

Влияние паровых обработок на среднюю плотность слоя 0—30 см было одинаковым. Ее значения находились в оптимальном диапазоне и составляли по чистому пару 1,13—1,16 г/см<sup>3</sup>.

Изменения плотности под влиянием приемов основной обработки находились в полном соответствии с отмеченными выше особенностями строения профиля почвы. До глубины 10—20 см существенных различий между обработками не выявлено. В слое 20—30 см по плоскорезному рыхлению на 20—22 см и по отвальной вспашке на 25—27 см относительно рыхления стойками РОПА наблюдается различие уплотнения, соответственно с 1,25—1,26 г/см<sup>3</sup> до 1,18—1,21 г/см<sup>3</sup> при НСР<sub>05</sub> = 0,03.

Дифференциация приемов обработки начинается с глубины 20—30 см. При плоскорезной обработке (мелком рыхлении на 20—22 см) объемная масса находится на грани верхнего предела оптимальных значений и составляет 1,25 г/см<sup>3</sup>. Аналогичная ситуация с отвальной обработкой 1,26 г/см<sup>3</sup>. При рыхлении стойками РОПА без лапы, но с междуследием рабочих органов 0,35 м плотность в пределах нормы 1,18 г/см<sup>3</sup>, как и при плоскорезном рыхлении на 25—27 см. При рыхлении стойками РОПА с лапой и междуследием 0,7 м идет некоторое повышение 0,03 г/см<sup>3</sup> (в пределах НСР), но меньше относительно плоскорезной и отвальной обработок на 0,04—0,05 г/см<sup>3</sup>. Необходимо помнить, что при обработке рабочими органами РОПА с междуследием 0,7 м и лапой, установленной на 10—12 см, зона сплошного рыхления (на глубине 20—30 см) отсутствует в отличие от других видов обработки.

Хорошая степень разуплотнения исследуемого слоя достигается глубокими плоскорезными и чизельными обработками. На этих вариантах сложение почвы не превышает допустимого уровня и находится в пределах 1,18—1,21 г/см<sup>3</sup>.

На сложение почвы в слое 30—40 см из изучаемых приемов оказало влияние только обработка рабочими органами «РОПА» на глубину 33—35 см. Некоторые изменения наблюдаются на варианте с глубоким плоскорезным рыхлением, однако они слабо выражены.

Последствие приемов обработки на плотность сложения пахотного слоя непродолжительно. К концу вегетации различия между ними сглаживаются, а равновесная плотность указывает на сильное уплотнение почвы. Диапазон ее изменений за период от посева до уборки достигает 0,18—0,25 г/см<sup>3</sup> от первоначального уровня. Отдельные слои пахотного горизонта приобретают плотность, свойственную нижней части почвенного профиля, в 10—20 см — 1,36—1,40, 20—30 см — 1,45—1,50 г/см<sup>3</sup>.

Высокая степень уплотнения пахотного слоя и слабое последствие предшествующих обработок резко дифференцируют приемы осенней обработки под повторный посев пшеницы (табл. 2).

В основе эффективности этих приемов лежат принципы, отмеченные влиянием основной обработки по паровому предшественнику. Показательным в этом отношении является вариант «прямого посева» по необработанной с осени почве, свидетельствующий об их слабом структурном состоянии и саморазуплотняющей способности.

Таблица 2

**Плотность почвы перед посевом яр. пшеницы после оз. пшеницы  
(среднее за 2013—2014 гг.), г/см<sup>3</sup>**

Вариант обработки	Слой почвы, см			Среднее в слое 0—30 см
	0—10	10—20	20—30	
В пару плоскорезное рыхление на 25—27 см (Контроль)				
1. Без обработки	1,10	1,24	1,30	1,21
2. РОПА на (10—12)/(33—35) см по долоту чизеля	1,08	1,14	1,20	1,14
3. Плоскорезная на 25—27 см	—	—	1,16	—
3. Плоскорезная на 25—27 см	1,07	1,13	1,17	1,13
В пару плоскорезная обработка на 20—22 см				
1. Без обработки	1,11	1,25	1,32	1,23
2. РОПА на (10—12)/(33—35) см по долоту чизеля	1,07	1,15	1,20	1,15
3. Плоскорезная на 25—27 см	—	—	1,17	—
3. Плоскорезная на 25—27 см НСР <sub>05</sub>	1,08	1,14	1,19	1,15
НСР <sub>05</sub>	0,08	0,04	0,03	—

Уже к посеву пшеницы в слое 10—20 см плотность превышает верхнюю допустимую границу на 0,04—0,05 г/см<sup>3</sup>, а в нижней части возрастает до 1,30—1,32 г/см<sup>3</sup>. Последствие глубокого рыхления формирует сложение почвы существенно ближе к оптимуму, чем нормальная обработка. Это заметно как в целом по пахотному горизонту, так и по отдельным его частям (слой 10—20 см), хотя находится в пределах НСР. Некоторое увеличение плотности на глубине 20—30 см по чизельному рыхлению относительно плоскорезной обработки (на 0,03 г/см<sup>3</sup>), объясняется конструктивными особенностями наклонных стоек, не создающих сплошной границы подрезания обрабатываемого слоя. Но замеры плотности в плоскости долота чизеля дают видимое преимущество относительно плоскорезной обработки.

Как было сказано выше, применение чизельного рыхлителя на глубину обработки 25—40 см позволяет повысить качество обрабатываемого слоя (крошение, инфильтрационные свойства и т.п.) без образования «плужной подошвы» при меньших энергозатратах, снизить эрозионные процессы почвы. Обеспечение зоны сплошного рыхления на 6—12 см необходимо и достаточно для сева зерновых сплошного сева и высокостебельных пропашных культур. Глубина чизелевания корректируется с учетом агрофизических свойств почвы, последствия обработок и культуры в севообороте, преследуя цель получения оптимального соотношения между прибавкой урожая и минимизации энергозатрат обработки.

На рисунке 3 показан фрагмент изучения обрушения почвы. На основе полученных данных построены графики зависимости ширины междуследия и глубины обработки на обрушение почвы рабочими органами «РОПА».

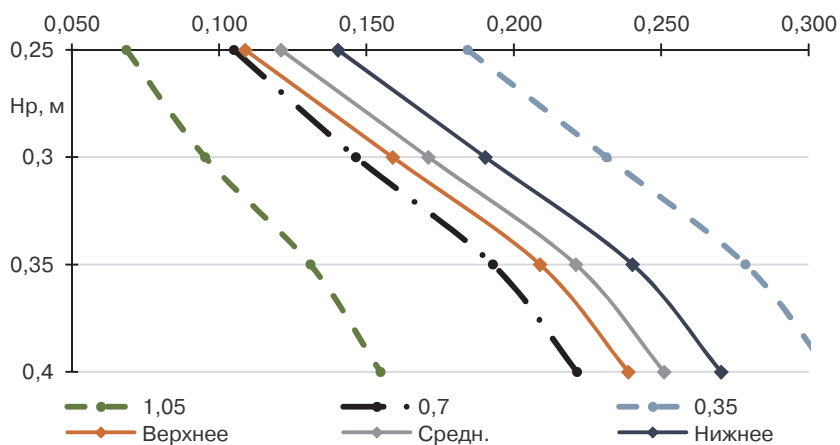
На рисунке 4 представлены результаты исследований влияния глубины обработки на площадь профиля рыхления приведенной на 1 метр ширины захвата орудия с рабочими органами «РОПА» с учетом величины междуследия.

На рисунке 5 показаны результаты полевого опыта: влияние глубины чизелевания на высоту зоны сплошного рыхления при различном креплении горизонтального ножа относительно долота.

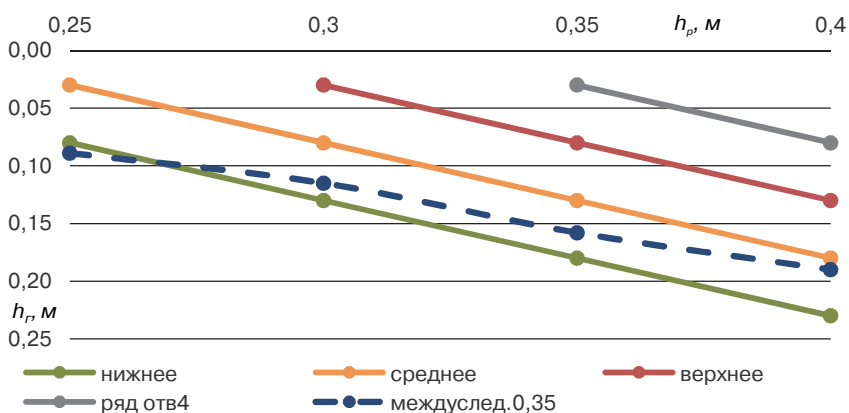




**Рис. 3.** Профиль обрушения почвы рабочими органами РОПА



**Рис. 4.** Зависимость приведенной площади рыхления на 1 метр ширины захвата орудия с рабочими органами «РОПА» от глубины обработки и величины междуследия



**Рис. 5.** Зависимость высоты зоны сплошной обработки от глубины чизелевания и места крепления горизонтального ножа

Из рисунка 5 видно, что жесткое крепление горизонтального ножа относительно носка долота определяет линейную зависимость между данными величинами. Для нас интересен данный рисунок с позиции обоснования количества мест крепления (рядов) горизонтального ножа вдоль вертикальной части стойки рабочего органа.

График показывает, что при принятых конструктивных размерах рабочего органа и агротехнических параметрах обработки в четвертом ряду отверстий (линия «ряд отв 4») необходимость отпадает, т.е. достаточно выполнить 3 ряда отверстий. Несовпадение линии зоны сплошной обработки для рабочего органа с закрепленным горизонтальным ножом в нижнем положении, с линией для рабочего органа без горизонтального ножа, но с междуследием 0,35 метра, объясняется распространением зоны деформации почвы в пределах 42—43 градусов, а не принятым в допущениях 45 градусов. При малой глубине обработки почвы (на 0,25 м) некоторое увеличение сплошной ее зоны можно объяснить снижением коэффициента крошения почвы, с размером фракций до 50 мм, с 77,6% (при глубине обработки на 0,4 м) до 56,48%. Тем не менее данный показатель находился в допустимых значениях — не менее 50%, согласно СТО АИСТ 4.6. Ухудшение качества крошения связано с низкой влажностью почвы 12,26...15,11% и высокой ее твердостью (4,12...6,56 Мпа).

Наличие горизонтального ножа позволяет обеспечить требуемую зону сплошного рыхления независимо от глубины рыхления при увеличенном междуследии (0,7 м), согласно принятой технологии выращивания пропашных технических культур.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что для сева зерновых колосовых культур необходимо проводить ежегодное разуплотнения исследуемых почв чередованием глубоких и средних безотвальных обработок. При обработке почвы рабочими органами РОПА с односторонней лапой достаточно их расстановки через 0,7 м. Под пропашные культуры необходимо проводить ежегодное глубокое рыхление. Оборудование МТА GPS-навигацией позволяет данные рабочие органы использовать со снятыми лапами.

© И.Б. Борисенко, О.Г. Чамурлиев, Г.О. Чамурлиев,  
Т.И. Шияпов, П.И. Борисенко, 2017.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисенко И.Б. Агротехнические подходы при проектировании рабочего органа минимальной обработки почвы с полосным углублением // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 4 (32). С. 193—197.
2. Борисенко И.Б., Мезникова М.В. Применение ресурсосберегающей технологии Strip-till при выращивании сорго // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6(56). С. 82—84.
3. Власенко А.Н. Минимизация глубокой плоскорезной зяблевой обработки сибирских черноземов // Сиб. вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 9.

4. Казаков Г.И. Совершенствование обработки почвы в Среднем Поволжье // Известия СГСХА. 2008. Вып. 4.
5. Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований // Земледелие. 2013. № 7. С. 3—6.
6. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000.
7. Кушнарев А.С., Погорельый В.В. Методологические предпосылки выбора способа обработки почвы // Техника АПК. 2008. № 1. С. 17—21.
8. Никифоров П.М. Влияние способа и глубины основной обработки на плотность сложения темно-каштановой почвы // Материалы науч.-теоретической конференции «Вопросы интенсификации производства с.-х. продуктов». М., 1989. С. 48—49.
9. Патент № 2453091 (RU), МПК А01В 79/02. Способ обработки почвы / Конищев А.А. Опубл. 20.06.12. Бюл. № 17.

#### Сведения об авторах:

*Борисенко Иван Борисович* — доктор технических наук, профессор Волгоградского государственного аграрного университета; e-mail: borisenivan@yandex.ru

*Омарий Георгиевич Чамурлиев* — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Волгоградского государственного аграрного университета; e-mail: attika.ge@yandex.ru

*Георгий Омариевич Чамурлиев* — кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: giorgostsamourlidis@mail.ru

*Шияпов Тимур Илхамович* — начальник отдела развития межвузовского сотрудничества Российского университета дружбы народов; e-mail: shiapov\_ti@rudn.university

*Борисенко Павел Иванович* — кандидат технических наук, ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия»; e-mail: borisenivan@yandex.ru

#### Для цитирования:

*Борисенко И.Б., Чамурлиев О.Г., Чамурлиев Г.О., Шияпов Т.И., Борисенко П.И.* Технологическая минимизация основной обработки почвы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2018. Т. 13. № 1. С. 35—44. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-35-44.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-35-44

## TECHNOLOGICAL MINIMIZATION MAIN SOIL PROCESSING

**I.B. Borisenko<sup>1,3</sup>, O.G. Chamurliев<sup>1</sup>, G.O. Chamurliев<sup>2</sup>,  
T.I. Shiyapov<sup>2</sup>, P.I. Borisenko<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Volgograd State Agricultural University  
*Universitetskiy pr., 26, Volgograd, Russia, 400002*

<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
*Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198*

<sup>3</sup>Caspian Research Institute of Arid Agriculture  
*Kvartal Severnyj, dom 8, s. Solenoyo Zajmishche, CHernoyarskiy rajon,  
Astrahanskaya oblast', Russia, 416251*

**Abstract.** The article presents data on the effect of chisel processing using the ROPA working organ on the area of the loosening profile of the soil, given by 1 m of the width of the tool. The dependence of the height of the zone of continuous processing on the depth of chilling and the location of attachment

of the horizontal knife is also presented. The use of a chisel ripper to a depth of 25—40 cm allows to increase the quality of the treated layer and provide a zone of continuous loosening of 0,6—0,12 m, which is necessary for cereals and high-growth tilled crops. The article presents the working organ “ROPA”, designed for minimum soil cultivation with a strip deepening. In its functions of a chisel inclined rack and a standard deep plow are functionally combined. The curved bar has an intrasoil bend in the direction of the field cut at an angle of 45 degrees and is equipped with a flat-cutting foot, a knife and a shoe with an overlaid chisel. The technology of minimal tillage with a strip recess is provided in a constructive way — by the ratio between the lengths of the horizontal component of the horizontal projection of the knife and the blade — the feet on the transverse vertical plane, which are respectively  $\frac{1}{4}$  and  $\frac{1}{2}$  between the tracks.

**Key words:** basic soil cultivation, chisel, ROPA working organ, strip soil cultivation, zone of continuous processing

## REFERENCES

1. Borisenko, I.B. Agrotechnical approaches in the design of the working body of minimal tillage with a strip deepening. *News of the Nizhnevolzhsk Agro-University Complex: Science and higher vocational education*. 2013. № 4 (32). P. 193—197.
2. Borisenko, I.B. The use of resource-saving technology Strip-till in the cultivation of sorghum. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. № 6(56) 2015, P. 82—84.
3. Vlasenko, A.N. Minimization of deep planar planing of the Siberian chernozems. *Sib. herald of agricultural science*. 2009. № 9.
4. Kazakov, G.I. Improvement of soil cultivation in the Middle Volga region. *Proceedings of the SGGKHA*. Issue 4. 2008.
5. Kiryushin, V.I. The problem of minimizing soil cultivation: development prospects and research objectives. *Agriculture*, 2013. № 7. P. 3—6.
6. Kiryushin, V.I. Ecologization of agriculture and technology policy. M., MAA, 2000.
7. Kushnarev, A.S. Methodological preconditions for choosing the method of soil cultivation / A.S. Kushnarev, V.V. Pogoreliy. *APC Technique*, № 1, 2008. P. 17—21.
8. Nikiforov, P.M. Effect of the method and depth of the main treatment on the density of the addition of dark chestnut soil. *Materials of the theoretical conference “Issues of intensification of production of agricultural products”*. M., 1989. P. 48—49.
9. Patent № 2453091 (RU), MPK A01B 79/02. Method of soil cultivation // Publ. 20.06.12. Bul. № 17.

### For citation:

Borisenko I.B., Chamurliiev O.G., Chamurliiev G.O., Shiyapov T.I., Borisenko P.I. Technological minimization main soil processing. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 35—44. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-35-44.



## ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-45-53

### ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ВЕДЕНИЮ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА НЕДВИЖИМОСТИ НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ

**В.А. Синенко, Т.И. Шияпов, Д.И. Парпура**

Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Макляя, 6, Москва, Россия, 117198

В соответствии с п. 2 ст. 1 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» (далее — Закон № 218-ФЗ) Единый государственный реестр недвижимости является сводом достоверных систематизированных сведений об учтенном в соответствии с Законом № 218-ФЗ недвижимом имуществе, в том числе о зарегистрированных правах на такое недвижимое имущество, основаниях их возникновения, правообладателях, а также иных установленных в соответствии с Законом № 218-ФЗ сведений. Согласно статье 1 Закона № 218-ФЗ государственная регистрация прав на недвижимое имущество является юридическим актом признания и подтверждения возникновения, изменения, перехода, прекращения права определенного лица на недвижимое имущество или ограничения такого права и обременения недвижимого имущества. Процедура государственной регистрации прав производится путем внесения в Единый государственный реестр недвижимости записей о праве на такое имущество, сведения которого внесены в Единый государственный реестр недвижимости. В своей статье авторы приводят основные изменения, которые внесены Законом № 218-ФЗ и учитываются при организации ведения Единого государственного реестра недвижимости, а также анализируют результаты деятельности по ведению и предоставлению сведений из Единого государственного реестра недвижимости на территории г. Москвы.

**Ключевые слова:** Единый государственный реестр недвижимости, кадастр недвижимости, кадастровый учет, объекты недвижимости, земельные участки, регистрация недвижимости, орган кадастрового учета

В настоящее время с учетом положений Закона № 218-ФЗ установлен единовременный порядок проведения государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на объекты недвижимости. Результатом единовременного порядка ведения кадастра недвижимости стало объединением двух информационных систем по ведению государственного кадастра недвижимости и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним в одну систему Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН). Ранее действующие нормативно-правовые акты до вступления в юридическую силу Закона № 218-ФЗ не предусматривали такое единовременное осуществление процедуры государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на объекты недвижимости.

Общая положительная оценка объединения информационных баз кадастра недвижимости и регистрации прав направлена на существенное упрощение процедуры по государственной регистрации прав. Закон № 218-ФЗ упростил регистрационную процедуру и показал на практике ряд преимуществ в связи с введением новой системы по сравнению с предыдущей трактовкой закона о кадастре [5]. С учетом ранее действующих нормативно-правовых актов кадастровый учет и государственная регистрация прав проводились отдельно друг от друга. С 2017 года формирование системы ЕГРН позволяет осуществить одновременную подачу заявлений на обе процедуры, в результате чего у граждан появляется возможность совершать любые действия с недвижимостью без потери лишних денег и времени.

Также ведение ЕГРН осуществляется в электронном виде, что дает возможность получить объективную информацию о любом виде недвижимости, начиная с земельного участка и заканчивая объектами незавершенного строительства. Вместе с тем в отношении реестровых дел сохраняется оформление в письменной форме и представление заявления на бумажном носителе.

Положениями Закона № 218-ФЗ предусмотрены случаи одновременного проведения процедуры кадастрового учета и госрегистрации, а также осуществление каждой из процедур отдельно.

Кадастровый учет и госрегистрация прав будет проводиться одновременно в случае, если сведения об объекте недвижимости ранее отсутствовали в ЕГРН. Примером одновременной процедуры государственного учета и государственной регистрации является:

- в случае создания объекта недвижимости (исключением является проведение кадастрового учета без одновременной государственной регистрации прав);
- в случае образования объекта недвижимости (исключением является расположение на нем объектов недвижимости для государственных и муниципальных нужд, в том числе при изъятии земельного участка);
- прекращение существования объекта недвижимости, права на который зарегистрированы в ЕГРН;
- образование или прекращение существования части объекта, в случае, если на часть объекта распространяются ограничения прав и обременения объекта, подлежащие государственной регистрации прав.

Законом № 218-ФЗ установлены положения для проведения процедуры кадастрового учета отдельно от государственной регистрации. При таких обстоятельствах права на объекты недвижимости, сведения о которых имеются в реестре недвижимости, будут регистрироваться без проведения одновременного кадастрового учета. Примером таких случаев является подтверждение ранее возникших прав на объекты недвижимости, государственная регистрация перехода права собственности. В Законе № 218-ФЗ также установлены положения, при которых государственный кадастровый учет производится без одновременного осуществления государственной регистрации прав. Примером таких случаев является:

- создание объекта недвижимости на основании разрешения на ввод объекта капитального строительства в эксплуатацию (предоставляется в порядке межве-

домственного взаимодействия органом государственной власти, органом местного самоуправления или корпорацией «Росатом»);

— прекращение существования объекта недвижимости в случае отсутствия в Едином государственном реестре недвижимости зарегистрированных прав на него;

— внесение изменений в сведения кадастра об основных характеристиках объекта недвижимости.

К новым изменениям следует отнести правила обращения с заявлением о кадастровом учете объектов недвижимости и государственной регистрации прав.

Порядок подачи необходимых документов и заявление о кадастровом учете или государственной регистрации прав представляются [5]:

— при личном обращении в Росреестр, через МФЦ или по почте в адрес Росреестра в бумажном виде;

— по средствам обращения через единый портал государственных услуг или через официальный сайт Росреестра в форме электронных документов.

Вне зависимости от места расположения объекта с учетом положений Закона № 218-ФЗ появилась возможность зарегистрировать земельный участок или недвижимое имущество в режиме «одного окна». Как освещалось ранее, в настоящее время заинтересованное лицо вправе обратиться либо направить документы почтой в любое подразделение Росреестра или подать документы лично через любой МФЦ.

При подаче документов на осуществление кадастрового учета и государственную регистрацию прав в приеме документов может быть отказано в случае, если не установлена личность заявителя, который непосредственно обратился с документами.

Также в Законе № 218-ФЗ уточнен перечень оснований для возврата заявления и пакета документов без рассмотрения. Такими основаниями являются:

— различия и несоответствия представленных форматов заявления и документов в электронном виде форматам, требуемым законодательством;

— в случае подачи заявления и соответствующих документов в бумажном виде наличие исправлений, приписок, зачеркиваний, в том числе исправлений карандашом, а также наличие повреждений, не позволяющих однозначно истолковать их содержание;

— в случае отсутствия в заявлении о кадастровом учете объекта или государственной регистрации подписи заявителя.

Также основаниями для возвращения заявления о государственной регистрации прав являются:

— отсутствие подтверждения уплаты госпошлины, а также документа, который подтверждает такую уплату;

— в реестре прав содержится запись о невозможности регистрации перехода, ограничения права и обременения объекта без личного участия собственника или его представителя.

Также согласно ст. 16 Закона № 218-ФЗ сроки осуществления учетно-регистрационных процедур изменился. Так, при подаче документов в Росреестр он составит:

- для осуществления кадастрового учета — 5 рабочих дней;
- для осуществления государственной регистрации прав — 7 рабочих дней;
- для осуществления одновременного кадастрового учета и государственной регистрации прав — 10 рабочих дней.

В случае подачи документов на кадастровый учет и государственную регистрацию прав через МФЦ сроки проведения таких процедур увеличиваются на два рабочих дня.

Законодательством приводятся основания приостановления кадастрового учета и государственной регистрации прав по решению государственного регистратора. В статье 26 Закона № 218-ФЗ содержится подробный перечень оснований, по которым процедура кадастрового учета и государственной регистрации прав может быть приостановлена.

Также законодательством приводятся увеличение сроков по приостановке процедуры кадастрового учета и государственной регистрации прав. Законом № 218-ФЗ прописаны более продолжительные сроки приостановления государственной регистрации прав.

Процедура кадастрового учета, государственной регистрации прав возникновения и перехода права согласно Закону № 218-ФЗ в настоящее время подтверждается выпиской из ЕГРН, а госрегистрация договора или иной сделки — специальной регистрационной надписью на документе, выражающей содержание сделки. Ранее государственная регистрация прав удостоверялась в том числе и свидетельством о государственной регистрации прав, которое выдавалось в виде бумажного документа.

Ответственность за действия (бездействие) при проведении кадастрового учета и государственной регистрации прав распределена между Росреестром, государственным регистратором и иными лицами.

Так, в случае разночтений или несоответствия сведений, внесенных государственным регистратором в ЕГРН, сведений, которые содержатся в представленных документах (за исключением сведений, предоставленных и поступивших из других информационных ресурсов), в случае необоснованного приостановления и отказа в государственном кадастровом учете или государственной регистрации прав или уклонение от их проведения государственный регистратор несет ответственность согласно положениям Закона № 218-ФЗ.

Основным направлением деятельности филиала ФГБУ «ФКП Росреестра» по г. Москве является осуществление полномочий Росреестра по государственному кадастровому учету объектов недвижимости, ведению реестра объектов недвижимости, государственному учету зданий, сооружений, помещений, объектов незавершенного строительства, а также оказание государственных услуг в сфере государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним и государственного кадастрового учета недвижимого имущества.



В результате анализа деятельности филиала ФГБУ «ФКП Росреестра» по г. Москве было выявлено общее количество обращений, поступивших с 2016 по 2017 г. (за 9 месяцев). Данные о количестве поступивших запросов из МФЦ на государственный кадастровый учет и государственную регистрацию права на объект недвижимости представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Количество поданных заявлений на кадастровый учет  
и государственную регистрацию права в 2016—2017 гг.**

Месяц	Количество поданных заявлений в 2016 году	Количество поданных заявлений в 2017 году
1	2	3
январь	30 060	23 065
март	22 248	29 871
апрель	12 485	16 894
май	29 599	23 467
июнь	17 885	18 971
июль	19 724	19 667
август	22 360	24 617
сентябрь	20 163	26 362
октябрь	19 887	—
ноябрь	32 484	—
декабрь	36 243	—
ИТОГО	273 743	207 245

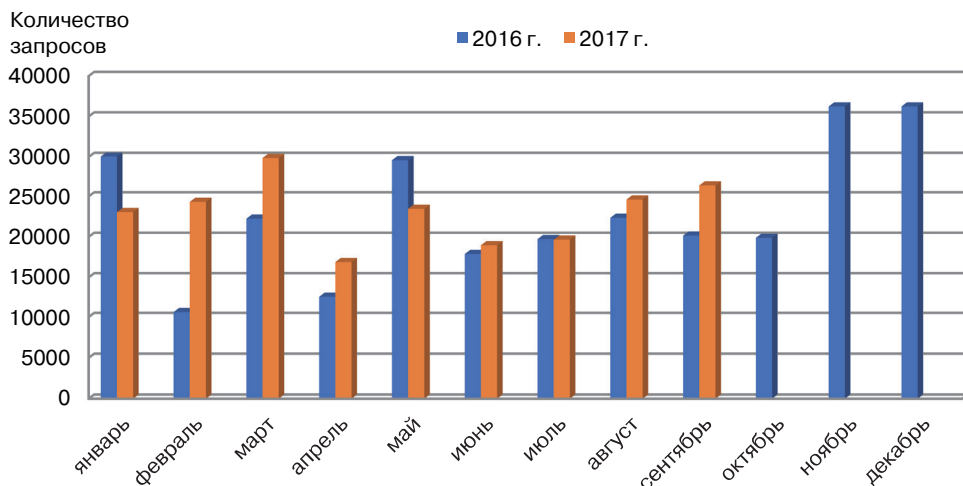
По результатам исследования таблицы 1 количество запросов на внесение сведений в Единый государственный реестр недвижимости за 9 месяцев в 2017 году составило 207 245 шт., тогда как за весь 2016 год было представлено 273 743 запроса на предоставление данной государственной услуги.

Также при исследовании деятельности филиала ФГБУ «ФКП Росреестра» по Москве наибольшее количество запросов на предоставление услуги по государственному кадастровому учету и государственной регистрации права приходится на конец года.

По данным, представленным в таблице 1 и на рисунке 1, можно сделать вывод, что значительно возросла потребность в предоставлении государственной услуги по ведению Единого государственного реестра недвижимости и предоставления сведений.

Количество принятых запросов на внесение сведений Единого государственного реестра недвижимости по месяцам за 2016 и 2017 гг. представлено на рисунке 1.

Так, по данным таблицы 1 и рисунка 1 рост количества запросов в 2016 году на предоставление услуг по государственной регистрации права и государственному кадастровому учету приходится на начало года — январь 2016 года, и на конец года — ноябрь и декабрь 2016-го.



**Рис. 1.** Количество представленных запросов на государственный кадастровый учет и регистрацию права за 2016—2017 гг.

Также при анализе и организации деятельности по ведению и предоставлению сведений из ЕГРН в 2017 году было выявлено, что наибольшее количество заявлений на государственный кадастровый учет и регистрацию права приходится по состоянию на март 2017 года.

С 2017 года введена персональная ответственность руководителей отделов регистрации в территориальных органах за действия регистраторов. В таких случаях предусмотрена двойная проверка документов перед принятием решения.

Также в Законе № 218-ФЗ представлен перечень оснований для приостановлений и отказов при организации ведения ЕГРН и оказании государственных услуг.

Самой распространенной услугой при организации ведения ЕГРН, которая запрашивается физическими и юридическими лицами, является выписка из ЕГРН.

С помощью выписки из ЕГРН заявителям предоставляются основные характеристики об интересующих объектах недвижимости, о зарегистрированных правах, обременениях прав, ограничении и иные дополнительные сведения. В таблице 2 представлены сведения о поступивших запросах в филиал ФГБУ «ФКП Росреестра» по Москве.

По данным таблицы 2 можно сделать вывод, что количество поданных запросов на предоставление сведений из Единого государственного реестра недвижимости за 9 месяцев 2017 года превышает количество поданных запросов за весь 2016 год на 9450 шт.

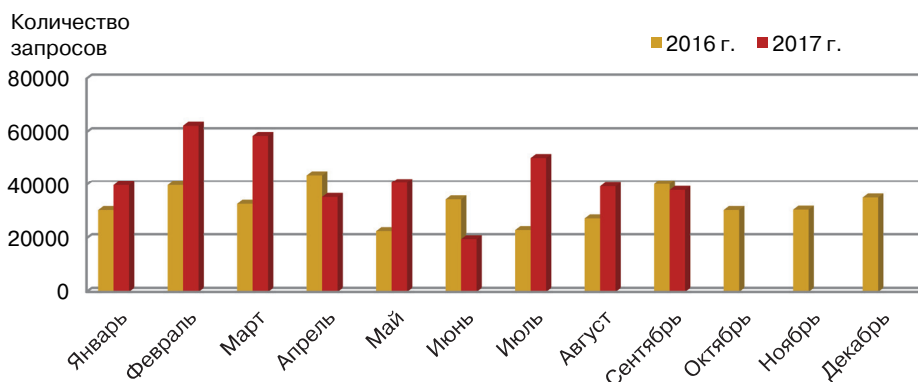
Динамика предоставления сведений ЕГРН по месяцам за 2016 и 2017 г. представлена на рисунке 2.

При анализе деятельности филиала ФГБУ «ФКП Росреестра» по Москве наибольшее количество представленных запросов в 2016 году приходится на февраль, апрель, сентябрь и декабрь, а наименьшее на май и июль. В 2017 году значительно увеличилось количество представленных запросов по сравнению с предыдущим годом. При этом наибольшее количество запросов от заявителей поступило в филиал ФГБУ «ФКП Росреестра» по Москве в феврале, марте и июле 2017-го.

Таблица 2

**Количество представленных запросов за 2016—2017 гг.**

Месяц	Кол-во запросов на предоставление сведений из ЕГРН в 2016 г.	Кол-во запросов на предоставление сведений из ЕГРН в 2017 г.	Кол-во запросов на предоставление сведений из ЕГРН в 2017 г. (в электронном виде)
1	2	3	4
Январь	30 525	39 917	963
Февраль	39 897	62 345	1 034
Март	32 872	58 584	113
Апрель	43 781	35 439	1 173
Май	22 652	40 863	1 982
Июнь	34 536	19 650	2 215
Июль	23 043	50 295	3 266
Август	27 408	39 459	2 725
Сентябрь	40 320	38 065	1 852
Октябрь	30 545	—	—
Ноябрь	30 689	—	—
Декабрь	35 212	—	—
ИТОГО	391 480	384 617	16 313
		400 930	

**Рис. 2.** Предоставление сведений из ЕГРН по месяцам за 2016—2017 гг.

С учетом полученных данных можно сделать вывод о том, что согласно положениям и нововведениям Закона № 218-ФЗ процесс организации ведения ЕГРН и подачи документов в орган регистрации прав стал удобнее и понятнее, что подтверждается увеличением количества поданных заявлений в начале 2017 года на осуществление государственного кадастрового учета и государственную регистрацию прав на объекты недвижимости. При этом заявок, поступивших на проведение государственной регистрации прав, значительно больше, чем на проведение государственного кадастрового учета. Это говорит о том, что в результате оформления и проведения кадастрового учета собственники земель одновременно не оформляли государственную регистрацию прав, так как до 2017 года, с учетом действующего на тот период времени законодательства Российской Федерации, это была трудоемкая процедура.

© В.А. Синенко, Т.И. Шияпов, Д.И. Парпура, 2017.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25.10.2001 № 136 / Правовая база данных. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» № 218-ФЗ [федер. закон принят Государственной Думой 13.07.2015] / [Электронный ресурс] / Правовая база данных — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
3. Федеральный закон от 21.07.1997 № 122-ФЗ (ред. от 20.03.2011) «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» / [Электронный ресурс] / Правовая база данных — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
4. Федеральный закон «О кадастровой деятельности» № 221-ФЗ [федер. закон принят Государственной Думой 24.07.2007, ред. от 03.07.2016] / [Электронный ресурс] / Правовая база данных — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
5. Синенко В.А., Клименко С.И. Особенности осуществления процедуры государственного кадастрового учета объектов недвижимости с учетом вступления в силу Федерального Закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» // Актуальные вопросы науки и практики XXI в.: материалы VI Международной научно-практической конференции (01—04 июня 2017 г.). Нижневартовск: Издательский центр «Наука и практика», 2017. С. 92—99. Режим доступа: <http://www.konferenc.com/sinenko-klimenko> (дата обращения 04.06.2017). DOI: 10.5281/zenodo.802689.
6. <http://www.gosreestr.ru/> Официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии.

### Сведения об авторах:

*Синенко Виктория Александровна* — ассистент агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: [sinenko.va@yandex.ru](mailto:sinenko.va@yandex.ru).

*Шияпов Тимур Илхамович* — начальник отдела развития межвузовского сотрудничества Российского университета дружбы народов; e-mail: [shiapov\\_ti@rudn.university](mailto:shiapov_ti@rudn.university).

*Парпура Денис Игоревич* — магистрант Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: [parpura\\_di@rudn.university](mailto:parpura_di@rudn.university).

### Для цитирования:

*Синенко В.А., Шияпов Т.И., Парпура, Д.И.* Организация мероприятий по ведению единого государственного реестра недвижимости на примере г. Москвы // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство*. 2018. Т. 13. № 1. С. 45—53. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-45-53.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-45-53

## ORGANIZATION OF ACTIVITIES FOR CONDUCTING SINGLE STATE REGISTRY OF REAL ESTATE ON THE EXAMPLE OF MOSCOW

**V.A. Sinenko, T.I. Shiyapov, D.I. Parpura**

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

*Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198*

**Abstract.** In accordance with paragraph 2 of Article 1 of Federal Law No. 218-FZ of July 13, 2015 “On State Registration of Real Estate” (hereinafter — Law No. 218-FZ), the Unified State Real Estate Register is a collection of reliable, systematized information on the accounted in accordance with Law

No. 218-FZ real estate, including the registered rights to such immovable property, the grounds for their occurrence, rightholders, as well as other information established in accordance with Law No. 218-FZ. According to Article 1 of Law No. 218-FZ, state registration of rights to immovable property is a legal act of recognition and confirmation of the occurrence, change, transfer, termination of the right of a certain person to immovable property or restriction of such right and encumbrance of immovable property. The procedure for state registration of rights is made by entering in the Unified State Register of Real Estate records of the right to such property, the information of which is included in the Unified State Register of Real Estate. In his article authors gives the main changes introduced by the Law No. 218-FZ and are taken into account when organizing the maintenance of the Unified State Real Estate Register, and also analyzes the results of the activities for maintaining and providing information from the Unified State Real Estate Register in the territory of Moscow.

**Key words:** the unified state register of real estate, cadastre of real estate, cadastral registration, real estate objects, land plots, real estate registration

## REFERENCES

1. The Land Code of the Russian Federation: Federal Law No. 136 of October 25, 2001 / Legal Database. Access mode: <http://www.consultant.ru/>.
2. The Federal Law “On State Registration of Real Estate” No. 218-FZ [federal law. The law was adopted by the State Duma on July 13, 2015] / [Electronic resource] / Legal database — Access mode: <http://www.consultant.ru/>.
3. Federal Law No. 122-FZ of July 21, 1997 (as amended on March 20, 2011) “On state registration of rights to real estate and transactions with it” / [Electronic resource] / Legal database — Access mode: <http://www.consultant.ru/>.
4. The Federal Law “On the State Real Estate Cadastre” No. 221-FZ [federal law. law passed by the State Duma on 24.07.2007] / [Electronic resource] / Legal database — Access mode: <http://www.consultant.ru/>.
5. Sinenko, V., Klimenko S. (2017). Peculiarities of implementation of the procedure of state cadastre accounting of real estate objects with regarding the entry into force of the federal law of 21.07.2015 no. 218-fz “On state registration of real estate”. *Bulletin of Science and Practice*, (6), 92—99. doi: 10.5281/zenodo.802689.
6. <http://www.rosreestr.ru/> OFFICIAL WEBSITE Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography Rosreestr.

### For citation:

Sinenko V.A., Shiyapov T.I., Parpura D.I. Organization of activities for conducting single state registry of real estate on the example of Moscow. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 45—53. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-45-53.



## МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-54-60

### МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА В ПРОМЫШЛЕННОМ НОРКОВОДСТВЕ

**П.Н. Абрамов, Н.А. Слесаренко**

Московская государственная академия ветеринарной медицины  
и биотехнологии им. К.И. Скрябина  
ул. Скрябина, 23, г. Москва, Россия, 109472

В работе отражено влияние ферментативного гидролизата на морфологические показатели норки. Научнообоснована и экспериментально подтверждена возможность и целесообразность использования белковых гидролизатов как дополнительных экономически выгодных источников белка в кормлении пушных зверей клеточного разведения.

**Ключевые слова:** норка, гидролизат, кожа, волос, белок

Поиск новых белоксодержащих источников сырья в кормлении животных и оценка их влияния на организм представляет одну из актуальных проблем биологической науки.

Анализ доступной литературы показал наличие немногочисленных исследований, посвященных эффективности их использования в различных отраслях животноводства [5—7]. Вместе с тем практически не изучен вопрос о влиянии продуктов ферментативного расщепления белков на организм пушных зверей в целом и общий покров, в частности систему, определяющую экономическую эффективность отрасли.

Исходя из вышеизложенного нами предпринято исследование, направленное на выявление структурных перестроек кожи как природного компонента, обусловленное влиянием белкового гидролизата с целью обоснования возможности его использования в рационе пушных зверей клеточного разведения в качестве источника животных белков.

Исследование выполнено на кафедре диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина и в ОАО Племенном зверосовхозе «Салтыковский» Балашихинского района Московской области.

Объектом исследования служила норка американская ( $n = 50$ ).

Для проведения экспериментальных исследований было сформировано по принципу аналогов (пол, возраст, интенсивность роста в подготовительный период) 2 группы животных: контрольная и подопытная. Все животные принадлежали к четырехмесячным самцам с одинаковой массой тела ( $761 \pm 8,3$  г).

Животных карантинировали в течении двух недель и вели клиническое наблюдение с целью исключения патологий различного генеза. Звери контрольной группы находились на стандартном рационе, принятом в хозяйстве.

Животным подопытной группы в основной рацион включали аминокислотный препарат в дозе 4 г, полученный способом ферментативного гидролиза из тушек норок в ЗАО «Биопрогресс» (г. Щелково).

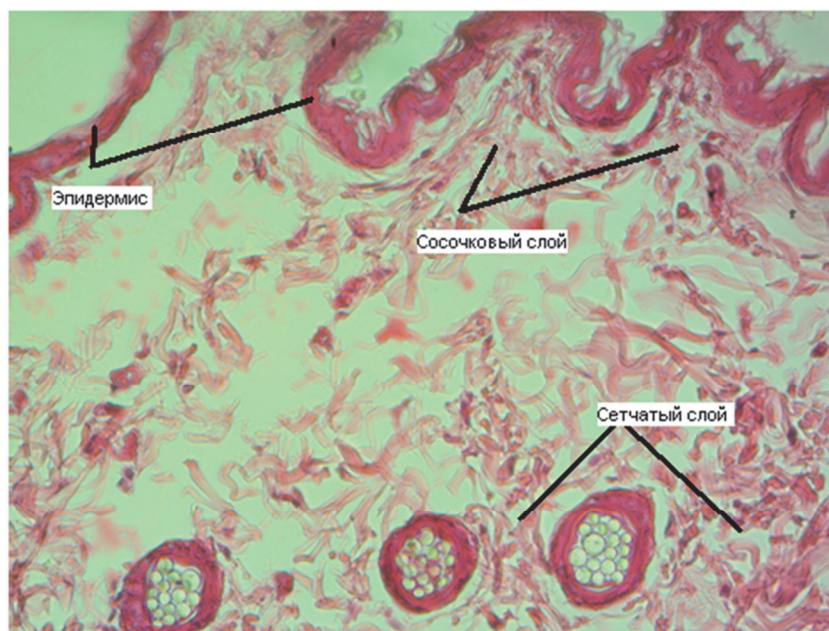
Выведение животных из эксперимента совпадало с плановой хозяйственной эктаназией.

Комплексный методический подход исследования включал общеклинические и морфологические методы.

Образцы кожного покрова для проведения гистологических исследований отбирали с унифицированного анатомического участка (латеро-каудальная поверхность бедра). Светооптическое изучение гистологических срезов, окрашенных гематоксилином и эозином и морфометрию, выполняли под контролем микроскопа Microm HM450, совмещенного с программой Image Scope v.1.0.

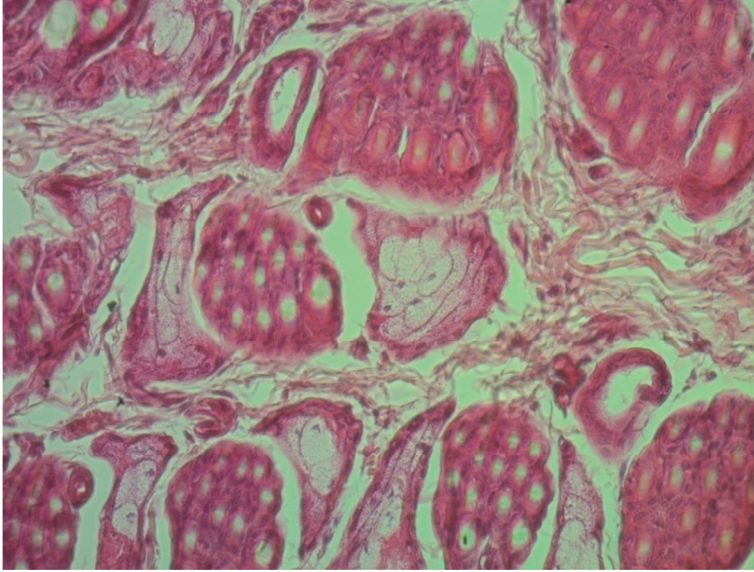
В сравниваемых группах определяли толщину эпидермиса, дермы, соотношение в ней сосочкового и сетчатого слоев, глубину залегания волосяных фолликулов, количество волос в пучке. Цифровой материал подвергали статистической обработке по классическим методикам.

На основании проведенных исследований установлено, что морфологическая дифференциация кожного покрова у экспериментальных животных подчинена общим закономерностям, которые присущи животным других таксонов и выражается в присутствии трех различных по структурному оформлению зон: эпидермиса, дермы и гиподермы (подкожного слоя).

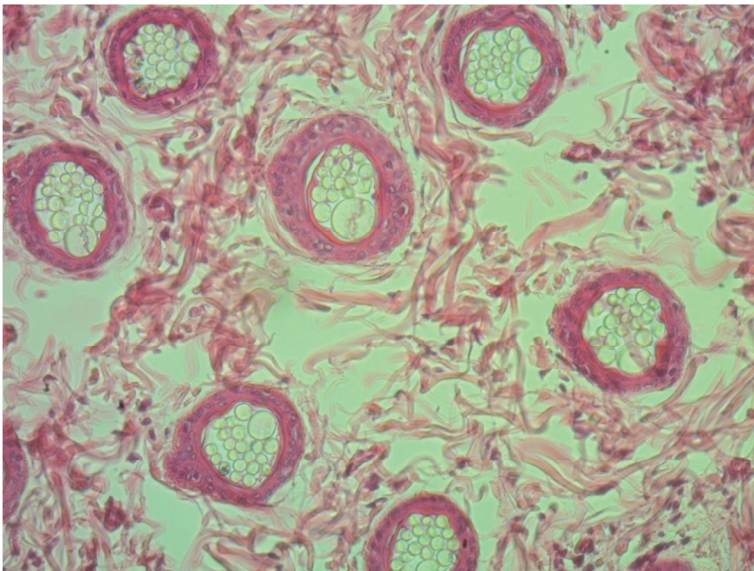


**Рис. 1.** Микроморфология кожного покрова латеро-каудальной поверхности бедра норки контрольной группы. Гематоксилин и эозин, об.×10, ок.×20

Эпидермис общего покрова представлен многослойным плоским ороговевающим эпителием. Дерма подразделяется на сосочковый (трофический) слой, сформированный рыхлой соединительной тканью с разнонаправленной ориентацией пучков коллагеновых волокон и сетчатый (механический) слой из плотной оформленной соединительной ткани, в составе которой пучки коллагеновых волокон, имеют горизонтально-волнистый тип вязи.



**Рис. 2.** Структурная организация кожного покрова латеро-каудальной поверхности бедра у норки опытной группы. Гематоксилин и эозин, об.×10, ок.×20



**Рис. 3.** Микроморфология кожного покрова латеро-каудальной поверхности бедра норки контрольной группы. Гематоксилин и эозин, об.×10, ок.×20



Сравнительный анализ полученных морфометрических данных показал отсутствие достоверных отличий по процентному представительству эпидермиса в общем покрове у зверей опытной и контрольной группы (табл. 1).

Таблица 1

**Морфометрические показатели  
толщины слоев кожного покрова у зверей эксперимента**

Толщина слоев, мкм	Латеро-каудальная поверхность бедра	
	Контроль	Опыт
Эпидермис ( $M \pm m$ )	18,6 ± 0,6	19,5 ± 0,5
Сосочковый ( $M \pm m$ )	646,5 ± 21	633,2 ± 18
Сетчатый ( $M \pm m$ )	335,1 ± 13	342,2 ± 11
Толщина дермы	981,60 ± 9	975,4 ± 11

Вместе с тем нами выявлена тенденция уменьшения показателя толщины эпидермиса у представителей группы опыта в сравнении с таковой контроля. Эти данные ассоциируются с возрастанием у зверей опытной группы, в сравнении с контрольной количества волосяных фолликулов в волосяном пучке (табл. 2) и густоты волосяного покрова, что подтверждает общепринятую закономерность об обратной зависимости между этими параметрами.

Таблица 2

**Количественные показатели волосяных фолликулов в волосяном комплексе  
в стандартном поле зрения у экспериментальных животных, шт.**

	Латеро-каудальная поверхность бедра	
	контроль	опыт
Количество волосяных фолликулов в пучке ( $M \pm m$ )	17,2 ± 0,5	20,1 ± 0,9

Что касается толщины дермы, занимающей основной объем общего покрова, то здесь достоверных различий в показателях ее суммарной толщины, а также степени развития сосочкового и сетчатого слоев, нам обнаружить не удалось.

Однако обращает на себя внимание показатель глубины залегания волосяных фолликулов в основе кожи у зверей сравниваемых групп: представители животных опытной группы достоверно уступают ( $P \leq 0,05$ ) сверстникам из контрольной по данному показателю, что может свидетельствовать об ускорении темпов созревания кожно-волосяного покрова у зверей, получавших белковый гидролизат (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели глубины залегания волосяных фолликулов**

Глубина залегания	Латеро-каудальная поверхность бедра	
	контроль	опыт
первичных волосяных фолликулов ( $M \pm m$ )	664,8 ± 18	631,7 ± 14
вторичных волосяных фолликулов ( $M \pm m$ )	517,9 ± 12	487,6 ± 12

Различия между сравниваемыми величинами достоверны ( $P \leq 0,05$ ).

Особенности структурной организации общего покрова во многом определяют товарно-технические свойства получаемого сырья [1—4]. Наиболее важными индикаторами в этом отношении являются суммарная толщина кожного покрова, степень развития эпидермиса, густота волосяного покрова, композиционная плотность пучков коллагеновых волокон в дерме и глубина залегания в ней волосяных фолликулов.

На основании полученных данных установлено, что планиметрические показатели шкурок и их масса у животных исследуемых групп достоверно ( $P \leq 0,05$ ) различаются. Норки опытной группы опережают контрольных аналогов по данным показателям (табл. 4).

Таблица 4

Планиметрические показатели и масса шкурок норок

Наименование параметра	$X \pm m_x$ , см кв.	$C_v$ , %	$X \pm m_x$ , гр.	$C_v$ , %
Контрольная группа	$1165,2 \pm 4,6$	5,3	$176,6 \pm 1,9$	4,1
Первая опытная группа	$1218,9 \pm 5,8$	6,4	$187,9 \pm 2,5$	5,2

**Заключение.** В результате проведенных исследований научнообоснована и экспериментально подтверждена возможность и целесообразность использования белковых гидролизатов как дополнительных экономически выгодных источников белка в кормлении пушных зверей клеточного разведения. Продукты ферментативного расщепления белков, дополнительно введенные в рацион кормления норок, не приводят к системным и локальным нарушениям в организме животных. Более того, их добавление к основному рациону в дозе 4 г индуцирует усиление ростовых процессов в организме зверей, что сопровождается увеличением у подопытных животных, по сравнению с контрольными, планиметрических показателей шкурок и улучшением товарных характеристик получаемого пушно-мехового сырья.

© П.Н. Абрамов, Н.А. Слесаренко, 2017.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Браун А.А. Гистологическое строение кожи сельскохозяйственных животных. Душанбе: Дониш, 1983.
2. Кузнецов Г.А. Структура волосяного покрова норок // Кролиководство и звероводство. 2012. № 1. С. 22—23.
3. Кузнецов С.В. Сезонная динамика морфологии кожного покрова у серебристо-черной лисицы // Морфология. 2016. Т. 149. № 3. С. 115.
4. Калугин Ю.А. Морфологические особенности наземных и околоводных пушных зверей // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2013. Т. 214. С. 203—207.
5. Телишевская Л.Я. Белковые гидролизаты. Получение, состав, применение: Монография. Москва: Изд-во «Аграрная наука», 2000.
6. Максимюк Н.Н. Эффективность применения пептидсодержащих препаратов // Новые фармакологические средства в ветеринарии // Сборник «Материалы 7-й межгосударственной межвузовской науч.-практ. конференции. С.-Петербургской гос. акад. вет. мед». СПб., 1995. С. 27—28.

7. *Невструев Н.А.* Клиническое испытание комплексного препарата на основе гидролизата крови и янтарной кислоты // Новые фармакологические средства для животноводства и ветеринарии: материалы 24-й научно-практической конференции, посвященной 55-летию ГУ Краснодарской НИВС. Краснодар, 2001. Т. 1. С. 118.

#### **Сведения об авторах:**

*Абрамов Павел Николаевич* — кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и биотехники размножения Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина; e-mail: Abramov\_P@inbox.ru.

*Слесаренко Наталья Анатольевна* — доктор биологических наук, заведующий кафедрой анатомии и гистологии имени профессора А.Ф. Климова, профессор Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина; e-mail: Abramov\_P@inbox.ru.

#### **Для цитирования:**

*Абрамов П.Н., Слесаренко Н.А.* Морфологическое обоснование эффективности использования белкового гидролизата в промышленном норководстве // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2018. Т. 13. № 1. С. 54—60. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-54-60.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-54-60

## **MORPHOLOGICAL SUBSTANTIATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF PROTEIN HYDROLYZATE IN THE MINK INDUSTRY**

**P.N. Abramov, N.A. Slesarenko**

Moscow state academy of veterinary medicine  
and biotechnology named K.I. Skryabin  
*Akademika Skryabina str., 23 Moscow, Russia, 109472*

**Abstract.** The effect of enzymatic hydrolyzate on morphological parameters of mink is reflected in this work. The possibility and expediency of using protein hydrolysates as additional economically advantageous sources of protein in the feeding of cage-growing fur-animals has been scientifically grounded and experimentally confirmed.

**Key words:** mink, hydrolyzate, skin, hair, protein

#### **REFERENCES**

1. Braun A.A. *Gistologicheskoe stroenie kozhi sel'skoxozyajstvenny`x zhivotny`x*. Dushanbe: Donish, 1983.
2. Kuznecov G.A. *Struktura volosyanogo pokrova norok. Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2012. № 1. S. 22—23.
3. Kuznecov S.V. *Sezonnaya dinamika morfologii kozhnogo pokrova u serebristo-chnoj lisicy. Morfologiya*. 2016. Т. 149. № 3. S. 115.
4. Kalugin Yu.A. *Morfofiziologicheskie osobennosti nazemny`x i okolovodny`x pushny`x zverej. Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` im. N.E` Bau-mana*. 2013. Т. 214. S. 203—207.

5. Telishevskaya, L.Ya. Belkovy'e gidrolizaty'. Poluchenie, sostav, primeneniye: Monografiya. Moskva, izd. Agrarnaya nauka, 2000.
6. Maksimyuk, N.N. E'ffektivnost' primeneniya peptidsoderzhashhix preparatov. *Novy'e farmakologicheskie sredstva v veterinarii: Sbornik "Materialy` 7-j mezhgosudarstvennoj mezhdvuzovskoj nauch.-prakt. konferencii. S.-Peterburgskoj gos. akad. vet. med"*. SPb., 1995. S. 27—28.
7. Nevstruev, N.A. Klinicheskoe ispy'tanie kompleksnogo preparata na osnove gidrolizata krovi i yantarnoj kisloty'. *Novy'e farmakologicheskie sredstva dlya zhivotnovodstva i veterinarii: materialy` 24-oj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 55-letiyu GU Krasnodarskoj NIVS*. Krasnodar, 2001. T. 1. S. 118.

**For citation:**

*Abramov P.N., Slesarenko N.A.* Morphological substantiation of the effectiveness of the use of protein hydrolyzate in the mink industry. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 54—60. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-54-60.



## ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-61-69

### ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ УБОЕ ЖИВОТНЫХ НА МЯСО В РАЗНЫХ СТРАНАХ МИРА

И.Г. Серегин, Д.В. Никитченко В.Е. Никитченко

Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Макля, 6, Москва, Россия, 117198

Изучены ветеринарно-санитарные требования в отдельных зарубежных странах при убое животных на мясо, особенности ветеринарно-санитарной экспертизы и оценки продуктов убоя при болезнях. Установлены некоторые различия в структуре и содержании основных нормативных документов — Правил ветсанэкспертизы или законов о мясе, которыми должны пользоваться ветеринарные специалисты стран-экспортеров и стран-импортеров при международной торговле мясным сырьем. Определены несовпадения в ветеринарно-санитарной оценке мяса и субпродуктов при некоторых болезнях, выявляемых в России и в зарубежных странах при убое животных. Рекомендовано при утверждении новых российских «Правил ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов» внести дополнения с учетом ветеринарно-санитарной оценки продуктов убоя животных, утвержденной в зарубежных странах, что позволит оптимизировать ветеринарные требования к убойным животным, мясному сырью и готовым мясным продуктам.

**Ключевые слова:** продукты убоя, Правила ветсанэкспертизы, болезни, ветсаноценка, зачистка, выбраковка, утилизация, лабораторный анализ

**Актуальность.** В любом современном обществе люди все больше стали осознавать необходимость заботы о своем здоровье и зависимость его от потребляемых продуктов питания, большую часть которых составляет продукция животного происхождения, в том числе мясо и мясные продукты. Доброкачественное и безопасное для потребителей мясное сырье получают от здоровых животных, выращенных в соответствии с их биологическими особенностями и физиологическими потребностями убитых под строгим контролем специалистов ветеринарной службы. Однако в последние годы условия содержания животных все больше приближаются к промышленным методам выращивания; при этом повышается интенсивность откорма и эксплуатации продуктивного скота, что отрицательно влияет на доброкачественность мяса, субпродуктов и других продуктов убоя. Это вызывает определенную озабоченность у переработчиков и создает необходимость повышать требования к предубойной оценке здоровья животных и послеубойной ветеринарно-санитарной экспертизе органов и туш.

Ветеринарно-санитарный контроль является одним из основных видов деятельности ветслужбы, так как он важен для охраны здоровья населения от болез-

ней, общих для животных и человека, защиты территории страны от заноса из-за рубежа заразных и незаразных болезней через продукцию и сырье животного происхождения.

Известно, что здоровье нации определяет уровень экономического развития любой страны и является приоритетом в политике каждого государства. Здоровье населения в разных странах на 60—65% зависит от продовольствия, и только на 15—18% от медицины. «Половина человечества ест, чтобы жить, вторая половина живет, чтобы есть», — сказал Эпикур еще в 306 г. до нашей эры. При этом человек потребляет более половины рациона в виде продуктов животного происхождения. И все эти продукты контролируют работники ветеринарной службы, осуществляющие ветеринарно-санитарную экспертизу на различных сельскохозяйственных, промышленных, транспортных и торговых объектах.

К сожалению, мясо все еще остается дефицитным продуктом, и около  $\frac{1}{3}$  населения нашей планеты недополучают его до нормы, что отрицательно влияет на жизненный потенциал населения многих стран. Дефицит белка животного происхождения составляет более 100 млн т ежегодно, и для его ликвидации необходимо дополнительно производить 625 млн т мяса, что осуществить практически невозможно. Поэтому одним из резервов увеличения потребления мяса является рациональное использование того мясного сырья, которое производится в настоящее время.

Физиологическая норма потребления мяса составляет 75—80 кг на душу населения в год. В экономически развитых странах потребление мяса достигает 85—110 кг, в России — около 53 кг. Но Россия считается аграрной страной, где развитию животноводческих отраслей всегда уделялось большое внимание, что дает надежду на увеличение поголовья всех видов сельскохозяйственных животных уже в ближайшие годы. В России традиционно для производства мяса выращивают крупный рогатый скот, свиней, птицу, овец, лошадей и кроликов. Убой этих животных осуществляется под контролем специалистов государственной или ведомственной ветеринарной службы, которые должны определять не только доброкачественность мясного сырья, но и химическую, радиационную и биологическую безопасность мяса. Для этого при проведении ветсанэкспертизы продуктов убоя животных необходимо пользоваться только научно обоснованной схемой контроля и порядком осмотра продуктов убоя, которые рекомендованы для ветеринарной службы боенских предприятий, холодильников и лабораторий ветсанэкспертизы рынков.

В последние годы в Россию импортируется мясное сырье из многих стран Европы, Америки и Азии. Контроль при заготовке и отгрузке мяса и мясных полуфабрикатов из стран-экспортеров дополнительно осуществляют представители ветеринарной службы Российской Федерации. Такие специалисты должны знать правила и требования других стран, которые экспортируют мясо в Россию. Знание особенностей ветсанэкспертизы в разных странах является важным звеном для ветеринарных специалистов при инспектировании предприятий и контроле мясного сырья, отправляемого в Россию. Поэтому необходимо изучать в сравнительном аспекте ветеринарно-санитарные требования при убое животных и при

осуществлении ветсанэкспертизы продуктов убоя в России и в отдельных зарубежных странах, что определяет актуальность данной работы.

**Методы исследования.** Проанализированы Правила ветеринарно-санитарной экспертизы России, стран СНГ, Закон о мясе Германии, Правила ветсанэкспертизы Англии и других стран Европы, республики Никарагуа, а также Международные правила гигиенической обработки мяса, ветеринарные законодательства некоторых стран. При анализе вышеперечисленных нормативно-правовых документов обращали внимание на особенности требований при подготовке животных к убою, ветеринарного инспектирования органов и туш, на особенности диагностических исследований продуктов убоя при подозрении на различные заболевания. При этом учитывали рекомендации для использования мяса и других продуктов убоя без каких-либо ограничений, с частичными ограничениями, показатели для термического обеззараживания, утилизации и уничтожения. Кроме того, сравнивали представленные в Правилах разных стран ветсан оценки при различных и незаразных болезнях, отмечали отдельные болезни и состояния, не включенные в отечественные Правила ветеринарно-санитарной экспертизы [4, 5]. Для анализа различий в оценке продуктов убоя животных при болезнях заразной и незаразной этиологии сравнивали рекомендации в Правилах ветеринарно-санитарной экспертизы России и некоторых зарубежных стран. Мы изучили особенности проведения ветсанэкспертизы и использования мяса больных животных, как в нашей стране, так и за рубежом. Оказалось, что во многих случаях при болезнях ветеринарно-санитарная оценка туш и органов в России и других странах не совпадает.

**Результаты исследований.** Были изучены в сравнительном аспекте Правила ВСЭ Российской Федерации, республик СНГ и некоторых зарубежных стран, экспортирующих мясное сырье в Россию, что позволило выявить определенные несовпадения ветеринарно-санитарной оценки продуктов убоя животных при многих болезнях [1—3, 6].

Как показал анализ, Правила ВСЭ Белоруссии во многих схожи с Правилами ВСЭ России, но при этом имеют существенные различия [4, 5]. Так, например, в них рассматривается порядок проведения ветсанэкспертизы туш и органов при многих инфекционных, инвазионных и незаразных болезнях, которые отсутствуют в правилах ВСЭ РФ. В правилах ВСЭ Белоруссии рекомендована на боенских предприятиях ветсанэкспертиза кишечника. Таким образом, на линии переработки крупного рогатого скота и лошадей используются 5 точек осмотра, свиней — 6 точек, мелкого рогатого скота — 4 точки осмотра продуктов убоя. Кроме того, в Правилах ВСЭ Белоруссии достаточно подробно рассматриваются особенности предубойного осмотра страусов, послеубойной ветсанэкспертизы продукты их убоя, ветсанэкспертизы тушек и органов при болезнях, которые отсутствуют в Правилах ВСЭ России. Одна из глав Правил ВСЭ посвящена экспертизе некачественного мясного сырья, его использованию или уничтожению.

Правила ВСЭ Казахстана предусматривают: основные термины и понятия, порядок предубойного осмотра животных, рекомендации по послеубойному осмотру туш и внутренних органов разных видов животных. При этом ветеринарно-

но-санитарная оценка продуктов убоя животных при болезнях рассматривается отдельно по списку «А», списку «Б» и другим болезням. В отличие от Правил ВСЭ России в Казахстане рассматривается ветеринарно-санитарная экспертиза кроликов, нутрий, диких животных и птицы отдельно. В Правила ВСЭ включены нормы клинического состояния животных и МДУ в случаях отравления химическими веществами. Особенно ценным в Правилах Казахстана является ветеринарно-санитарная оценка некоторых особо опасных болезней (чума верблюдов, заразный узелковый дерматит овец и коз, блютанг, африканская чума лошадей и др.) которые в Правилах ВСЭ России отсутствуют [1, 8].

В Правилах ВСЭ Украины представлены: термины и определения, требования к убойным животным и к транспортным средствам, перевозящим животных на боенские предприятия. Достаточно подробно в Правилах ВСЭ изложен порядок осмотра туш и органов различных убойных животных. Болезни, как и в Правилах ВСЭ Казахстана, рассматриваются в соответствии со списком «А» и списком «Б». При этом перечень болезней расширен по сравнению с Правилами ВСЭ России. В Правилах ВСЭ Украины много пунктов посвящено ветеринарно-санитарной оценке продуктов убоя животных и птицы при радиоактивном заражении. В последнем разделе Правил ВСЭ Украины отражены показатели свежего мяса, мяса сомнительной свежести и несвежего мяса, что значительно облегчает контроль мясного сырья на различных объектах.

При анализе правил ВСЭ некоторых стран ЕС отмечены также некоторые различия.

В Правила Англии включены требования к помещениям на боенских предприятиях, методы обездвиживания животных при убое и порядок осуществления ветеринарно-санитарной экспертизы. В Правилах ВСЭ Англии имеются рекомендации по ритуальным методам убоя (кошерный и халяльный). Отдельным разделом представлены послеубойные изменения, такие как трупное окоченение, аутолиз и порча мяса. Заканчиваются Правила ВСЭ Англии нормативно-правовой документацией для мясной промышленности и требованиями при экспорте мяса, которые включают требования Директивы ЕС, касающиеся гигиены переработки животных и мясного сырья. Правила ветеринарно-санитарной экспертизы Англии по структуре и содержанию близки к таковым Франции, Германии, Италии, Дании и других стран ЕС.

Анализ Правил ВСЭ Никарагуа показал, что их особенностью является детальное описание различных патологий и методов обеззараживания мяса. Кроме того, большое внимание уделяется фальсификации мяса и мясных продуктов. Одна из глав Правил ВСЭ посвящена требованиям, касающимся различных сооружений и оборудования, а также требованиям к санитарному состоянию цехов. Вместе с тем большое внимание в Правилах ВСЭ Никарагуа уделяется организации персонала, должностным обязанностям работников Службы экспертизы и личным отношениям между ветеринарными специалистами. Также в Правилах ВСЭ Никарагуа подробно описаны требования к соблюдению инструкции для предприятий мясной промышленности.



Во всех зарубежных странах в Правилах ВСЭ большое внимание уделяется вопросам гигиены предубойного содержания животных, гигиены переработки мяса, гигиены его хранения. В них отражена ветеринарно-санитарная оценка мяса и субпродуктов при различных болезнях, которая в отдельных случаях отличается от рекомендаций в правилах ВСЭ России.

Так, например, при инфекционной энтеротоксемии, сапе, эпизоотическом лимфангите, ботулизме в России продукты убоя подлежат уничтожению, а в зарубежных странах отправляют на утилизацию или на корм животным после термической обработки.

При мыте в Правилах ветеринарно-санитарной экспертизы Российской Федерации рекомендовано использовать мясо после лабораторного анализа, а в зарубежных странах продукты убоя при этой болезни подлежат утилизации.

При туберкулезе в РФ использование мяса связано с интенсивностью поражения, от безограничения до проверки и утилизации, а в зарубежных странах мясо рекомендовано только утилизировать.

При псевдотуберкулезе в России продукты убоя, при отсутствии патологии в мышцах, используются без ограничений, а в других странах направляют на проварку и в случаях генерализованного процесса — в утиль.

При ящуре в нашей стране продукты убоя отправляют на проварку или переработку на колбасы и консервы, а в зарубежных странах — на утилизацию.

В России при обнаружении Ку-лихорадки мясопродукты подлежат проварке, а в зарубежных странах утилизации.

При хламидиозом аборте в зарубежных странах продукты убоя в зависимости от повреждений серозных оболочек либо зачищают и отправляют на промпереработку, либо утилизируют, а в Российской Федерации продукты убоя проваривают.

При роже свиней, болезни Ауэски, пастереллезе и сальмонеллезе в России мясо используется после проварки или в зависимости от результатов лабораторных исследований, а в зарубежных странах отправляется на утилизацию.

При обнаружении листериоза в России мясо направляется на проварку, а в зарубежных странах зачищается и отправляется на промпереработку.

При повальном воспалении легких и инфекционной плевропневмонии продукты убоя животных в России подлежат проварке или переработке на колбасы и консервы, в других странах их утилизируют.

При инфекционной локальной агалактии в зарубежных странах при локальной форме продукты убоя зачищают, после чего направляют на переработку, при генерализованной форме утилизируют, а в России отправляют на проварку или переработку на колбасы и консервы.

При энцефаломиелите мясо лошадей в Российской Федерации проваривают, а в зарубежных странах утилизируют.

В случае обнаружения колибактериоза в России продукты убоя без изменений в мышцах подлежат проварке, а при дегенеративных изменениях в мышцах — утилизации. А в зарубежных странах утилизируют в любых случаях.

При сальмонеллезе в Правилах ветеринарно-санитарной экспертизы в России рекомендовано отправлять продукты убоя животных без изменений в мышцах

на проварку и только при дегенеративных изменениях — в утиль, в зарубежных странах продукты убоя при этой болезни подлежат утилизации.

Кроме того, в Правила ветеринарно-санитарной экспертизы Российской Федерации не включены многие болезни инфекционной, инвазионной и незаразной этиологии, распространенные на территории нашей страны.

По нашему мнению, совершенно не обосновано в Правилах отсутствуют какие-либо рекомендации по использованию мяса и других продуктов убоя при таких широко распространенных болезнях, как микотоксикозы, задержание последа, энтериты, миопатии, переломы костей, закупорка пищевода, а также при некоторых заразных болезнях (актинобациллез, псевдомоноз, Висна-Маеди, хламидиозный аборт, болезнь «синее ухо») и паразитарных болезнях (анаплазмоз, трихомоноз, трипаносомоз и другие).

Анализ правовых и нормативных ветеринарных документов разных стран позволяет заключить, что в Правилах ветсанэкспертизы Российской Федерации отсутствуют 66 болезней и патологических состояний, при которых в зарубежных странах представлена ветеринарно-санитарная оценка и порядок использования мяса больных животных [1, 4, 7]. Эти данные можно представить следующим перечнем: послеродовой парез, артрит, каратиноз печени, глазная эпителиома, анемия, диспепсия, неудовлетворительное обескровливание, кровоизлияния, энтериты, перитониты, паракератоз, гиподерматоз, дистрофия, миопатия (PSE иDFD пороки), травматический перикардит, миокардит, задержка последа, запах последа, гепатит, цистит, менингит, гемоаспирация, гидроаспирация, остатки биостимуляторов, остеомализация, рахит, лихорадки перемежающиеся, закупорки пищевода, тимпания рубца, авитаминозы, сахарный диабет, цирроз почек, гидронефроз, аборт, выпадение матки, вагинит, метрит, эндометрит, разрыв матки, повреждение рогов, переломы костей, разрывы сухожилий, воспаление уха, воспаление мозга, помутнение сознания, ацетонемия, гангрена вымени, актинобациллез, аспергилез, фузариоз, инфекционный пустулезный дерматит, кампилобактериоз, ринопневмония лошадей, болезнь Гамборо, грипп лошадей, псевдомоноз, инфекционный энцефаломиелит, скрепи, губкообразная энцефалопатия крс, инфекционный гидрперикардит крс, хламидиозный аборт, гемофилезы, чума мелких жвачных, болезнь «синее ухо», анаплазмоз, риноэстроз, неаплазмоз, рарафиляриоз, трихомоноз, трипаносомоз, чесотка, гистоплазмоз, кокцидиоидомикоз, вибриоз.

По нашему мнению, совершенно не обосновано в отечественных Правилах ВСЭ отсутствуют какие-либо рекомендации по использованию продуктов убоя при таких широко распространенных болезнях, как микотоксикозы, послеродовой порез, задержание последа, миопатия, закупорка пищевода, а также при заразных болезнях — актинобациллез, болезнь «синее ухо», анаплазмоз, трихомоноз и др. Ознакомившись с НТД разных стран, мы установили определенные различия в использовании продуктов убоя животных при болезнях заразной и незаразной этиологии в России и зарубежных странах. Оказалось, что по 28 болезням ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя животных не совпадает. Например, при ящуре, повальном воспалении легких, инфекционной плевропневмонии продукты убоя животных в России подлежат проварке и переработке на колбасы

и консервы, а в зарубежных странах их утилизируют. При энцефаломиелите мясо лошадей в Российской Федерации проваривают, а в зарубежных странах утилизируют.

С целью совершенствования Правил ВСЭ мяса и мясных продуктов в России были изучены предлоезнния, поступившие от Государственной ветеринарной службы Чувашии, Смоленска, Свердловска, Москвы, Ростова и других субъектов Российской Федерации. Всего были изучены 96 предложений из 19 регионов Российской Федерации и представлены в комиссию по пересмотру правил ВСЭ в России. Основные предложения направлены на уточнение отдельных положений правил и на ужесточение ветеринарно-санитарной оценки при некоторых болезнях.

Кроме того, нами были изучены особенности организации государственного ветеринарного контроля в разных странах. Анализ показал, что в таких странах, как США и Канада, имеется специальный Закон о мясе и ведомственная инспекция по ВСЭ, которая контролирует животных и продукцию животного происхождения на всех этапах переработки. Во Франции еще со времен Наполеона действуют специальный Декрет по инспекции убойных животных и животноводческих продуктов. В таких странах, как Великобритания, Бельгия, Норвегия, действуют Правила о ветеринарном надзоре на объектах мясной и рыбной промышленности, постоянно утверждаются инспекторы Минсельхоза и Минздрава, осуществляющие контроль продукции на всех этапах оборота.

Ветеринарные инспекторы многих зарубежных стран считают опасными продукты вынужденного убоя животных при таких болезнях, как послеродовой парез, анемия, перитониты, миокардиты, когда патологические изменения в одном или нескольких органах оказывают большое влияние на доброкачественность всех продуктов убоя.

**Заключение.** В Правилах ВСЭ Белоруссии, в отличие от российских, представлены рекомендации по ряду новых болезней, и в отдельных пунктах определен порядок убоя страусов и некоторых экзотических животных.

В отличие от Правил ВСЭ других стран в Казахстане достаточно подробно рассматривается ветеринарно-санитарная экспертиза кроликов, нутрий, диких животных и боровой дичи, а также ветеринарно-санитарная оценка при ряде болезней, которые отсутствуют в Правилах ВСЭ России (чума верблюдов, заразный узелковый дерматит, африканская чума лошадей и др.).

В правилах ВСЭ Украины представлены термины и определения, требования к убойным животным и транспортным средствам, а болезни разделены по списку «А» и списку «Б». В Правила Украины включены болезни, не встречающиеся в России, и многие незаразные заболевания, которые не отражены в российских Правилах (травмы, инфаркты, похудения, истощения, радиоактивные загрязнения и др.).

В Правилах ВСЭ продуктов убоя стран дальнего зарубежья особое внимание обращается на гигиену производства, ритуальные методы убоя и на ветеринарно-санитарную оценку 66 болезней и состояний, которые не отражены в российских правилах (послеродовой парез, атония преджелудков, анемия и др.).

В Правилах стран дальнего зарубежья (Англия, Франция, Германия, Дания, Никарагуа и др.) имеются некоторые отличия в ветеринарно-санитарной оценке продуктов убоя по сравнению с оценкой в Правилах ВСЭ Российской Федерации. Такие различия отмечены при ветеринарно-санитарной оценке при 28 болезнях (энтероксемия, сап, лейкоз, эпизоотический лимфангоит, псевдотуберкулез, актиномикоз и др.).

При пересмотре Правил ВСЭ в России необходимо учитывать ветеринарно-санитарные требования к животным и ветеринарно-санитарную оценку продуктов их убоя, принятые в странах СНГ, ЕС и других государств. При пересмотре Правил ВСЭ необходимо учесть изменения, дополнения и рекомендации, поступившие от Госветслужбы разных регионов России, от ветслужбы стран ближнего и дальнего зарубежья.

В новые Правила ВСЭ России целесообразно дополнительно включить 66 болезней и состояний, которые отражены в Правилах ВСЭ других стран.

© И.Г. Серегин, Д.В., Никитченко В.Е. Никитченко, 2017.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ветеринарное законодательство. Т. 1. М., 2000.
2. FAO/WHO Codex Alimentarius. Food Hygiene. Basis Text. Second Edition, 2001.
3. ГОСТ Р 51075,1-2001 Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП.
4. Бутко М.П., Посконная Т.Ф., Серегин И.Г. Ветеринарно-санитарные требования законодательства стран Евросоюза к убойным животным и мясной продукции // Мясная индустрия. 2007. № 4. С. 4—12.
5. Санитарные правила для предприятий мясной промышленности, М., 1988.
6. Директива Е.С. 852/2004 от 29.04.2004, требования по гигиене пищевых продуктов.
7. Директива Е.С. 854/2004 от 29.04.2004, требования по организации госконтроля в сфере производства продуктов питания животного происхождения.
8. Положение «О государственном надзоре и контроле в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов» от 21.12.2000. № 987.

#### Сведения об авторах:

*Серегин Иван Георгиевич* — кандидат ветеринарных наук, доцент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: nikitchenko\_ve@rudn.university

*Никитченко Дмитрий Владимирович* — доктор биологических наук, доцент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: nikitchenko\_dv@rudn.university

*Никитченко Владимир Ефимович* — доктор ветеринарных наук, профессор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: nikitchenko\_ve@rudn.university

#### Для цитирования:

*Серегин И.Г., Никитченко Д.В., Никитченко В.Е.* Ветеринарно-санитарные требования при убое животных на мясо в разных странах мира // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2018. Т. 13. № 1. С. 61—69. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-61-69.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-61-69

## **VETERINARY-SANITARY REQUIREMENTS OF SLAUGHTER OF ANIMALS ON MEAT IN DIFFERENT COUNTRIES OF THE WORLD**

**I.G. Seregin, D.V. Nikitchenko, V.E. Nikitchenko**

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
*Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198*

**Abstract.** Veterinary and sanitary requirements of slaughter of animals for meat production have been studied in some foreign countries, especially veterinary and sanitary examination and evaluation of slaughter products concerning diseases. There are some differences in the structure and content of the main regulatory documents — Veterinary Expertise or meat laws, which should be used by veterinary experts of exporting countries and importing countries in international trade of meat raw materials. The discrepancies in the veterinary and sanitary evaluation of meat and by-products are determined for some diseases detected in Russia and abroad when slaughtering animals. Recommended for approval of the new Russian “Rules for the veterinary inspection of slaughter animals and veterinary and sanitary examination of meat and meat products” to make additions taking into account the veterinary and sanitary evaluation of slaughter products approved in foreign countries, which will optimize the veterinary requirements for slaughter animals, meat raw materials and ready-to-eat meat products.

**Key words:** slaughter products, veterinary rules, diseases, veterinary evaluation, cleaning, culling, disposal, laboratory analysis

### **REFERENCES**

1. Veterinarnoe zakonodatel'stvo. T. 1. M., 2000.
2. FAO/WHO Codex Alimentarius. Food Hygiene. Basis Text. Second Edition, 2001.
3. GOST R 51075,1-2001 Upravlenie kachestvom pishhevy'x produktov na osnove principov XASSP.
4. Butko M.P., Poskonnaya T.F., Seregin I.G. Veterinarno-sanitarny'e trebovaniya zakonodatel'stva stran Evrosoyuza k ubojny'm zhivotny'm i myasnoj produkcii. *Myasnaya industriya*. 2007. № 4. S. 4—12.
5. Sanitarny'e pravila dlya predpriyatij myasnoj promy'shennosti. M., 1988.
6. Direktiva E.S. 852/2004 ot 29.04.2004, trebovaniya po gigiene pishhevy'x produktov.
7. Direktiva E.S. 854/2004 ot 29.04.2004, trebovaniya po organizacii goskontrolya v sfere proizvodstva produktov pitaniya zhivotnogo proisxozhdeniya.
8. Polozhenie «O gosudarstvennom nadzore i kontrole v oblasti obespecheniya kachestva i bezopasnosti pishhevy'x produktov» ot 21.12 2000. № 987.

### **For citation:**

*Seregin I.G., Nikitchenko D.V., Nikitchenko V.E. Veterinary-sanitary requirements of slaughter of animals on meat in different countries of the world. RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 61—69. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-61-69.



DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-70-77

## ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ БИОСЕНСОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АНАЛИЗЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Л.А. Бутусов<sup>1,2</sup>, Г.К. Чудинова<sup>2,3</sup>, Е.А. Борулева<sup>3</sup>,  
М.В. Кочнева<sup>1</sup>, В.И. Омельченко<sup>1</sup>, А.В. Шорыгина<sup>1</sup>,  
Т.А. Аликберова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

<sup>2</sup>Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН  
ул. Вавилова, 38, Москва, Россия, 119991

<sup>3</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Каширское ш., 31, Москва, Россия, 115409

Рассмотрены существующие разработки в области биосенсорных технологий с возможностью практического применения для установления показателей безопасности продуктов питания. Приведена классификация биосенсоров в зависимости от физических явлений, лежащих в основе его работы, суть и примеры конкретных разработок для определения микроорганизмов, тяжелых металлов и антибиотиков в пищевой продукции. Оценены перспективы биосенсорных технологий в пищевой промышленности.

**Ключевые слова:** биотехнологии, биосенсор, физико-химический анализ, контаминанты, пестициды, микроорганизмы, антибиотики, пищевая безопасность

Пищевая промышленность постоянно нуждается в новых аналитических методах для управления процессами трансформации продуктов питания в процессе производства, проверки состава и качества образующихся продуктов. Эти методы должны быть быстрыми, селективными, с высокой степенью воспроизводимости результатов, а также недорогими. Биосенсорные технологии являются одним из таких методов благодаря сочетанию селективного элемента биологического распознавания (антитела, ферменты, ДНК, РНК, клетки и др.), и преобразователя. В настоящее время успешно применяются биосенсоры для обнаружения и/или количественной оценки сахаров, кислот, спиртов, подслащивающих веществ и аминокислот в пищевых продуктах.

Биосенсоры представляют собой устройства, которые могут быть использованы для анализа и диагностики веществ путем преобразования биологической реакции в сигнал. Биосенсоры могут быть охарактеризованы с использованием различных терминов, которые описывают их деятельность, таких как иммуносенсоры, биочипы, глюкометры и т.д., и различных параметров, таких как чувствительность, селективность, специфичность, воспроизводимость, размер, скорость диагностического теста, а также стоимостных характеристик.

Биосенсор состоит из двух основных частей: биологический элемент, чувствительный к определенным молекулам и датчик/преобразователь сигнала (рис. 1).

Биосенсорные технологии могут быть классифицированы на основе чувствительных элементов или датчиков.

### Оптические биосенсоры

Измеряемый выходной сигнал оптических биосенсоров — световое излучение, которое позволяет осуществлять прямое (label-free) детектирование пищевых патогенов. Когда клетки связываются с рецепторами или иммобилизованы на поверхности датчиков, эти датчики способны обнаруживать мельчайшие изменения в оптических свойствах. Оптическая дифракция и электрохемиллюминесценции являются стандартными физическими явлениями для оптических биосенсоров. Используя метод оптической дифракции, кремниевая пластина, покрытая белками через ковалентные связи, подвергается воздействию ультрафиолетового света через фотошаблон. В этих условиях антитела, которые подвергаются воздействию ультрафиолетового света, инактивируются. При инкубировании антиген-антитела аналита только антитела способны создать связь с антигеном и произвести отклик на источник излучения в виде сигнала. Этот сигнал измеряется непосредственно или усиливается различными методами для повышения чувствительности [1].

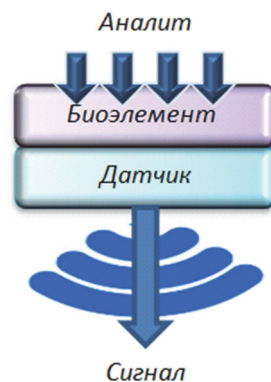
Оптические биосенсоры подразделяются на большое количество подкатегорий, в зависимости от конкретного физического явления, например, отражение, преломление, резонанс, дисперсия, фосфоресценция, инфракрасное излучение, комбинационное рассеяние, флуоресценция и хемиллюминесценция. Оптические биосенсоры на основе явления поверхностного плазменного резонанса (SPR) и флуоресценции используются для обнаружения болезнетворных микроорганизмов вследствие их высокой чувствительности.

### Электрохимические биосенсоры

Основной принцип электрохимических биосенсоров связан с их способностью обнаруживать определенные молекулы. Они в основном используются для обнаружения ДНК-связывающих лекарств, глюкозы и гибридной ДНК. В этом методе измеряемые электроны или ионы образуются или подавляются различными типами химических реакций. Эти биосенсоры можно классифицировать как амперометрические, потенциометрические или кондуктометрические [2].

### Масс-чувствительные биосенсоры

Массочувствительные биосенсоры используются реже, чем оптические и электрохимические биосенсоры [3]. Также известные как пьезоэлектрические биосенсоры, они используют пьезоэлектрические кристаллы, которые очень чувствительны и могут обнаруживать небольшие изменения массы. Когда применяется пере-



**Рис. 1.** Принципиальная схема работы биосенсора и его составные части

менный электрический ток с фиксированной частотой, пьезоэлектрические кристаллы вибрируют с определенной частотой. Эта частота зависит от массы кристалла в дополнение к фиксированной электрической частоте. Химические реакции влияют на частоту колебаний, которая измеряется как выходной сигнал. Два основных типа масс-чувствительных биодатчиков: устройства объемных волн и устройства поверхностной акустической волны.

### **Биосенсоры для обнаружения микроорганизмов**

Твердофазный иммуноферментный анализ является одним из наиболее широко используемых методов для обнаружения патогенов в пищевых продуктах, а также в тканях человека и других животных. Хотя этот метод обеспечивает точное обнаружение возбудителей пищевого происхождения, это трудоемко и дорого [4].

Сальмонеллез является одним из наиболее распространенных заболеваний пищевого происхождения, вызванных сальмонеллой у людей и животных. По оценкам, ежегодно в мире насчитывается 93,8 миллиона человеческих инфекций и 155 000 случаев смерти. Симптомы включают диарею, лихорадку и абдоминальную боль, продолжающуюся от 4 до 7 дней. Поэтому обнаружение сальмонеллы чувствительным и быстрым образом особенно важно для безопасности пищевых продуктов [5].

Обнаружение сальмонелл с помощью SPR-анализов с антителами в качестве элемента распознавания было описано во многих исследованиях [6—10].

Кроме того, для обнаружения сальмонеллы [11] сообщалось о P-7 SPR-оптических волоконных датчиках. Недавно были предложены новые биосенсоры SPR на основе ДНК для обнаружения сальмонеллы на основе гена *invA* [12].

В другом исследовании беспроводные магнитоупругие биосенсоры использовались для быстрого, чувствительного и прямого обнаружения сальмонеллы на яичной скорлупе. Описана разработка одноцветных ДНК-электрохимических биолатформ для селективного обнаружения сальмонелл даже при наличии других патогенов [13].

### **Биосенсоры для обнаружения пестицидов**

Органофосфор является широко используемым пестицидом, несмотря на его негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Необходимо разработать методы для точного анализа этих пестицидов. Ферментативные биосенсоры были широко изучены для этой цели благодаря их стабильности, чувствительности и точности. Оптические, калориметрические, электрохимические и пьезоэлектрические биосенсоры были разработаны на основе ингибирования ферментов для измерения пестицидов.

Среди различных типов ферментов, которые используются в биосенсорах, холинэстеразы, фосфорорганические гидролазы и уреазы обычно используются для создания электрохимических биосенсоров для обнаружения пестицидов. В статье [14] обобщены наиболее распространенные ферменты, используемые для биосенсоров для обнаружения пестицидов. Кроме того, обсуждались общие ферментативные биосенсоры для обнаружения пестицидов и гербицидов [15].



## Биосенсоры для обнаружения тяжелых металлов

Распространение ионов тяжелых металлов от промышленных процессов к окружающей среде является серьезной угрозой для общественного здравоохранения. Как правило, тяжелые металлы плотнее железа, например, кадмий, ртуть (Hg) и свинец (Pb), и они не подвержены биологическому разложению. Они часто происходят от выбросов транспортных средств, химических удобрений или свинцово-кислотных батарей [16]. Для защиты здоровья человека и окружающей среды необходимы срочные меры по восстановлению этих тяжелых металлов из пищевых продуктов. Однако широкомасштабные методологии обнаружения тяжелых металлов на основе спектрометрии и хроматографии являются дорогостоящими, трудоемкими и требуют экспертизы. Необходим переносной, быстрый и недорогой метод обнаружения тяжелых металлов, который может использоваться для скрининга на месте.

Микробиологические биосенсоры обладают достаточно высокой чувствительностью для обнаружения ионов тяжелых металлов по низкой цене. Например, биосенсорные устройства на основе микробной флуоресценции используют репортерные гены, которые реагируют только тогда, когда происходят биохимические взаимодействия между клеточными репортерами и молекулами-индукторами. Комбинация хемотростической микрофлюидной платформы и микробных биодатчиков облегчает обнаружение молекулярного анализа на чипе. Для быстрого обнаружения ионов тяжелых металлов оптический биосенсор ДНК в сочетании с анализом эванесцентной волны может обеспечить обнаружение *in situ* [17].

Особо актуальна разработка биосенсорных устройств для определения антибиотиков в продуктах животноводства. Существует оптический биосенсор с флуоресцентной регистрацией [18], заявленный как сверхчувствительное устройство для детекции белков и других биомолекул флуоресцентным методом анализа. В основе разработки лежит использование молекулы ДНК в качестве чувствительного элемента, связывающегося с молекулами аналита посредством как химических, так и физических взаимодействий, что делает данный сенсор достаточно универсальным при исследовании биомолекул. Данная разработка может содержать добавки в виде сложных оксидов неорганических люминофоров для увеличения отклика системы. Особенно важно, что заявленные пороги детекции лежат в пределах  $10^{-14}$ — $10^{-16}$  мг/мл, что является крайне существенным результатом, относительно классического флуоресцентного анализа с порогом детекции  $10^{-11}$  мг/мл.

Оптические сенсоры с флуоресцентной регистрацией могут быть применены для анализа большого числа органических соединений, это не только белки, аминокислоты, ДНК, но так же и антибиотики, например тетрациклиновой группы. Согласно литературным данным возможно селективное определение любого антибиотика группы тетрациклина, т.к. положение максимумов флуоресцентного отклика не пересекается [19]. Путем изменения длины волны источника излучения возможно определение антибиотиков других групп, а различные модификации сенсора позволяют добиться устойчивого сигнала для ультрамалых концентраций — вплоть до  $10^{-14}$  мг с использованием флуоресцентного детектора.

## Заключение

Принимаются все более активные усилия для разработки методов выявления патогенов, побочных продуктов производства и пестицидов, тяжелых металлов, антибиотиков и других контаминантов, содержащихся в пищевых продуктах. Биосенсорные технологии имеют ряд преимуществ по сравнению с применяемыми в обеспечении пищевой безопасности методами: скорость обнаружения — некоторые сенсоры существенно упрощают процессы пробоподготовки; селективность — зачастую нет потребности в хроматографическом разделении; стоимостные характеристики; воспроизводимость; отсутствие необходимости модернизации приборной базы; стоимостные характеристики. Однако, как и любым новым технологиям, биосенсором необходимо пройти долгий путь от лабораторного образца до коммерческого продукта, как, например, иммуноферментный анализ шел к коммерческому применению порядка 20 лет.

Потенциал биосенсоров оценивается достаточно высоко, скорость определения, высокие пороги детекции, низкая стоимость позволяют рассматривать их как замену существующим технологиям в долгосрочной перспективе. Переход от лабораторных к коммерческим образцам, установление всех необходимых метрологических характеристик, разработка новых стандартов являются ключевыми в введении биосенсорных технологий в пищевые производства как средства их контроля.

© Л.А. Бутусов, Г.К. Чудинова, Е.А. Борулева, М.В. Кочнева, В.И. Омельченко, А.В. Шорыгина, Т.А. Аликберова, 2018.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Velusamy V., Arshak K., Korostynska O., Oliwa K., Adley C.* An overview of foodborne pathogen detection: In the prespective of biosensors. *Biotechnology advances*. 2010; Vol. 28(2):232—254.
2. *Arugula M.A., Simonian A.* Novel trends in affinity biosensors: current challenges and perspectives. *Measurement Science and Technology*. 2014; Vol. 25(3):032001—032022.
3. *Mass-Sensitive Biosensor Systems to Determine the Membrane Interaction of Analytes.* National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine 2017; 1520:145—157.
4. *Nowak B., Müffling T., Chaunchom S., Hartung J.* Salmonella contamination in pigs at slaughter and on the farm: A field study using an antibody ELISA test and a PCR technique. *International Journal of Food Microbiology*. 2007; Vol. 115(3):259—267.
5. *Wang Z.P., Xu H., Wu J., Ye J., Yang Z.* Sensitive detection of Salmonella with fluorescent bioconjugated nanoparticles probe. *Food Chemistry*. 2011; Vol. 125(2):779—784.
6. CDC. 2015 Food Safety Report. Centers for Disease Control and Prevention; USA, IL: 2016.
7. *Bokken G.C.M.B., Corbee R.J., Knapen F., Bergwerff A.A.* Immunochemical detection of Salmonella group B, D and E using an optical surface plasmon resonance biosensor. *FEMS Microbiology Letters*. 2003; Vol. 222(1):75—82.
8. *Mazumdar S.D., Hartmann M., Kampfer P., Keusgen M.* Rapid method for detection of Salmonella in milk by surface plasmon resonance (SPR). *Biosensors and Bioelectronics*. 2007; Vol. 22(9-10):2040—2046.
9. *Singh A., Verma H.N., Arora K.* Surface Plasmon Resonance Based Label-Free Detection of Salmonella using DNA Self Assembly. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2015; Vol. 175(3): 1330—1343.

10. *Vaisocherová-Lisalová H., Višová I., Ermini M.L., Špringer T., Song X.C. Mrázek J., Lamačová J., Lynn N.S Šedivák P. Homol J.* Low-fouling surface plasmon resonance biosensor for multi-step detection of foodborne bacterial pathogens in complex food samples. *Biosensors and Bioelectronics*. 2016; Vol. 80:84—90.
11. *Romanov V., Galelyuka I., Glushkov V., Starodub N., Son'ko R.* P7 — Optical Immune Biosensor Based on SPR for the Detection of Salmonella Typhimurium. In: *Proceedings OPTO 2011*. In: *AMA Conferences*; 2011; Nurnberg. 139—144.
12. *Rahn K., De Grandis S.A., Clarke R.C., McEwen S.A., Galán J.E., Ginocchio C., Curtiss R., Gyles C.L.* Amplification of an invA gene sequence of Salmonella typhimurium by polymerase chain reaction as a specific method of detection of Salmonella. *Molecular and Cellular Probes*. 1992; Vol. 6(4):271—279.
13. *Chai Y., Li S., Horikawa S., Mi-Kyung Park, Vodyanoy V., Bryan A.* Rapid and Sensitive Detection of Salmonella Typhimurium on Eggshells by Using Wireless Biosensors. *Journal of Food Protection*. 2012; Vol. 75(4):631—636.
14. *Zhang L., Zhang A., Du D., Lin Y.* Biosensor based on Prussian blue nanocubes/reduced graphene oxide nanocomposite for detection of organophosphorus pesticides. *Nanoscale*. 2012; Vol. 4(15): 4674–4679.
15. *Arduini F., Amine A.* Biosensors based on enzyme inhibition. In: *Biosensors Based on Aptamers and Enzymes*. Berlin: p. 299—326. ISSN: 0724-6145.
16. *Gammoudi I., Tarbague H., Othmane A., Moynet D., Rebiere D., Kalfat R., Dejous C.* Love-wave bacteria-based sensor for the detection of heavy metal toxicity in liquid medium. *Biosensor & Bioelectronics*. 2010; Vol. 26(4):1723—1726.
17. *Long F., Zhu A., Shi H., Wang H., Liu J.* Rapid on-site/in-situ detection of heavy metal ions in environmental water using a structure-switching DNA optical biosensor. *Scientific Reports*. 2013; Vol. 3: Article number: 2308.
18. Fluorescent optical DNA-biosensor: pat. 2668787 RF IPK51 C1 / *Butusov L.A., Nagovitsyn I.A., Kurilkin V.V., Chudinova G.K.*; the applicant and the patent holder — Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). — No. 2016107983; claimed. 03/04/2016; publ. 18.04.2017, *Bul. № 11*. [http://www1.fips.ru/wps/PA\\_FipsPub/res/Doc](http://www1.fips.ru/wps/PA_FipsPub/res/Doc).
19. *Pautke C., Vogt S., Kreutzer K., Haczek C., Wexel G., Kolk A., Imhoff A.B., Zitzelsberger H., Milz S., Tischer T.* Characterization of eight different tetracyclines: advances in fluorescence bone labeling. *Journal of Anatomy* 2010; Vol. 217(1): 76—82.

#### **Сведения об авторах:**

*Бутусов Леонид Алексеевич* — ассистент агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: leonid.butusov@ya.ru.

*Чудинова Галина Константиновна* — доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Центра естественнонаучных исследований Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН, профессор кафедры лазерных микро- и нанотехнологий Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»; e-mail: mvkochneva@mail.ru.

*Борулева Екатерина Алексеевна* — аспирант Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»; e-mail: mvkochneva@mail.ru.

*Кочнева Маргарита Васильевна* — кандидат технических наук, доцент агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: mvkochneva@mail.ru.

*Омельченко Виктория Игоревна* — студент 4 курса Российского университета дружбы народов; e-mail: omelchenko.viky@yandex.ru.

*Шорыгина Анастасия Владимировна* — студент 2 курса магистратуры Российского университета дружбы народов; e-mail: avshorygina@gmail.com.

Аликберова Татьяна Александровна — студентка 2 курса магистратуры Российского университета дружбы народов, e-mail: tanya.vinogra2014@yandex.ru.

**Для цитирования:**

Бутусов Л.А., Чудинова Г.К., Борулева Е.А., Кочнева М.В., Омельченко В.И., Шорыгина А.В., Аликберова Т.А. Возможности и перспективы биосенсорных технологий в анализе продуктов питания // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2018. Т. 13. № 1. С. 70—77. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-1-70-77.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-70-77

## OPPORTUNITIES AND PROSPECTS BIOSENSOR TECHNOLOGIES FOR FOOD ANALYSIS

L.A. Butusov<sup>1,2</sup>, G.K. Chudinova<sup>2,3</sup>, EA Boruleva<sup>3</sup>,  
M.V. Kochneva<sup>1</sup>, V.I. Omelchenko<sup>1</sup>, A.V. Shorygina<sup>1</sup>,  
T.A. Alikberova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
*Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>Institute of General Physics A. Prokhorov RAS  
*Vavilov st. 38, Moscow, Russia, 119991*

<sup>3</sup>National Research Nuclear University "MEPhI"  
*Kashirskoye sh., 31, Moscow, Russia, 115409*

**Abstract.** Existing developments in the field of biosensor technologies with the possibility of practical application for establishing food safety indicators were considered. The classification of biosensors is described depending on the physical phenomena underlying its work, the essence and examples of specific developments for the determination of microorganisms, heavy metals and antibiotics in food products are presented. Prospects of biosensor technologies in the food industry are estimated.

**Key words:** biotechnology, biosensor, physical and chemical analysis, contaminants, pesticides, microorganisms, antibiotics, food safety

### REFERENCES

1. Velusamy V., Arshak K., Korostynska O., Oliwa K., Adley C. An overview of foodborne pathogen detection: In the prespective of biosensors. *Biotechnology advances*. 2010; Vol. 28(2): 232—254.
2. Arugula M.A., Simonian A. Novel trends in affinity biosensors: current challenges and perspectives. *Measurement Science and Technology*. 2014; Vol. 25(3):032001—032022.
3. Mass-Sensitive Biosensor Systems to Determine the Membrane Interaction of Analytes. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine 2017; 1520:145—157.
4. Nowak B., Müffling T., Chaunchom S., Hartung J. Salmonella contamination in pigs at slaughter and on the farm: A field study using an antibody ELISA test and a PCR technique. *International Journal of Food Microbiology*. 2007; Vol. 115(3):259—267.
5. Wang Z.P., Xu H., Wu J., Ye J., Yang Z. Sensitive detection of Salmonella with fluorescent bioconjugated nanoparticles probe. *Food Chemistry*. 2011; Vol. 125(2):779—784.
6. CDC. 2015 Food Safety Report. Centers for Disease Control and Prevention; USA, IL: 2016.

7. Bokken G.C.M.B., Corbee R.J., Knapen F., Bergwerff A.A. Immunochemical detection of Salmonella group B, D and E using an optical surface plasmon resonance biosensor. *FEMS Microbiology Letters*. 2003; Vol. 222(1):75—82.
8. Mazumdar S.D., Hartmann M., Kampfer P., Keusgen M. Rapid method for detection of Salmonella in milk by surface plasmon resonance (SPR). *Biosensors and Bioelectronics*. 2007; Vol. 22(9—10):2040—2046.
9. Singh A., Verma H.N., Arora K. Surface Plasmon Resonance Based Label-Free Detection of Salmonella using DNA Self Assembly. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2015; Vol. 175(3):1330—1343.
10. Vaisocherová-Lísalová H., Víšová I., Ermini M.L., Špringer T., Song X.C. Mrázek J., Lamačová J., Lynn N. Šeďivák P. Homol J. Low-fouling surface plasmon resonance biosensor for multi-step detection of foodborne bacterial pathogens in complex food samples. *Biosensors and Bioelectronics*. 2016; Vol. 80:84—90.
11. Romanov V., Galelyuka I., Glushkov V., Starodub N., Son'ko R. P7 — Optical Immune Biosensor Based on SPR for the Detection of Salmonella Typhimurium. In: *Proceedings OPTO 2011*. In: AMA Conferences; 2011; Nurnberg. 139—144.
12. Rahn K., De Grandis S.A., Clarke R.C., McEwen S.A., Galán J.E., Ginocchio C., Curtiss R., Gyles C.L. Amplification of an *invA* gene sequence of Salmonella typhimurium by polymerase chain reaction as a specific method of detection of Salmonella. *Molecular and Cellular Probes*. 1992; Vol. 6(4):271—279.
13. Chai Y., Li S., Horikawa S., Mi-Kyung Park, Vodyanoy V., Bryan A. Rapid and Sensitive Detection of Salmonella Typhimurium on Eggshells by Using Wireless Biosensors. *Journal of Food Protection*. 2012; Vol. 75(4):631—636.
14. Zhang L., Zhang A., Du D., Lin Y. Biosensor based on Prussian blue nanocubes/reduced graphene oxide nanocomposite for detection of organophosphorus pesticides. *Nanoscale*. 2012; Vol. 4(15):4674—4679.
15. Arduini F., Amine A. Biosensors based on enzyme inhibition. In: *Biosensors Based on Aptamers and Enzymes*. Berlin: p. 299—326. ISSN: 0724-6145.
16. Gammoudi I., Tarbague H., Othmane A., Moynet D., Rebiere D., Kalfat R., Dejous C. Love-wave bacteria-based sensor for the detection of heavy metal toxicity in liquid medium. *Biosensor & Bioelectronics*. 2010; Vol. 26(4):1723—1726.
17. Long F., Zhu A., Shi H., Wang H., Liu J. Rapid on-site/in-situ detection of heavy metal ions in environmental water using a structure-switching DNA optical biosensor. *Scientific Reports*. 2013; Vol. 3: Article number: 2308.
18. Fluorescent optical DNA-biosensor: pat. 2668787 RF IPK51 C1 / Butusov L.A., Nagovitsyn I.A., Kurilkin V.V., Chudinova G.K.; the applicant and the patent holder — Russian University of Peoples Friendship. — No. 2016107983; claimed. 03/04/2016; publ. 18.04.2017, Bul. № 11. [http://www1.fips.ru/wps/PA\\_FipsPub/res/Doc](http://www1.fips.ru/wps/PA_FipsPub/res/Doc).
19. Pautke C., Vogt S., Kreutzer K., Haczek C., Wexel G., Kolk A., Imhoff A.B., Zitzelsberger H., Milz S., Tischer T. Characterization of eight different tetracyclines: advances in fluorescence bone labeling. *Journal of Anatomy* 2010; Vol. 217(1): 76—82.

**For citation:**

Butusov L.A., Chudinova G.K., Boruleva E.A., Kochneva M.V., Omelchenko V.I., Shorygina A.V., Alikberova T.A. Opportunities and prospects biosensor technologies for food analysis. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (1), 70—77. DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-1-70-77.