

---

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО»

---

**Плюшиков В.Г.** — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Аграрно-технологического института РУДН — *главный редактор*

**Никитченко В.Е.** — доктор ветеринарных наук, профессор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН — *заместитель главного редактора*

**Терехин А.А.** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института РУДН — *ответственный секретарь редколлегии*

### Члены редколлегии

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

**Аллахвердиев С.Р.** — доктор сельскохозяйственных 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 ветеринарных наук, профессор, директор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН

**Игнатов А.Н.** — доктор биологических наук, профессор агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института РУДН, ведущий научный сотрудник НЦ «Биоинженерии» РАН

**Кузнецов Вл.В.** — доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева

**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

**Рикардо Валентини** — доктор биологических 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

**Савин И.Ю.** — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе Почвенного института им. В.В. Докучаева ФАНО

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

---

## EDITORIAL BOARD

### Series AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES

---

**Plyushchikov V.G.** — Doctor of Agriculture, professor, Director of the Agrarian-technological Institute of PFUR — *editor-in-chief of the series*

**Nikitchenko V.E.** — Doctor of Veterinary, professor of the Clinical Medicine Department of the Agrarian-technological Institute of PFUR — *deputy chief editor*

**Teryokhin A.A.** — Candidate of Agriculture, Associate Professor of the Agrobiotechnological Department of the Agrarian-technological Institute of PFUR — *executive secretary of the editorial board*

#### Members of the editorial board

**Abbud Maria Abi Saab** — Doctor of Philosophy (Biology), the National Centre of Sea Animals Research of 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 the Agrarian-technological Institute of PFUR

**Ignatov A.N.** — Doctor of Biology, professor of the Agrobiotechnological Department of the Agrarian-technological Institute of PFUR, leading researcher of the Centre of Scientific Research “Bioengineering”, Russian Academy of Natural Sciences

**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

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

**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

# ВЕСТНИК

## Российского университета дружбы народов

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1993 г.

*Серия*  
АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

**2016, № 1**

*Серия издается с 2006 г.*

Российский университет дружбы народов

---

### СОДЕРЖАНИЕ

#### РАСТЕНИЕВОДСТВО

**Семенов О.Г., Дивашук М.Г., Хайтембу Герхард Шанджешапвако, Мухаммед Тауфик Ахмед Каид.** Создание генотипов аллоцитоплазматической пшеницы с высокими качественными характеристиками клейковины на основе маркерной селекции ..... 7

**Яблонская М.И., Гинс М.С., Молчанова М.А.** Биотизация растений *in vitro* ..... 15

**Плющиков В.Г., Курганов А.А., Ковалев В.В.** Страхование посевов сельскохозяйственных культур с учетом рисков от чрезвычайных ситуаций ..... 21

#### БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

**Гинс М.С., Платонова Е.К., Платонова С.Ю.** Перспективные источники получения натуральных пищевых красителей из растительного сырья ..... 34

#### БОТАНИКА

**Истомина И.И., Павлова М.Е., Терехин А.А.** Анализ структуры популяций купены многоцветковой (*Polygonatum multiflorum* (L.) all.) в природно-историческом парке «Битцевский лес» ..... 43

## **МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ**

<b>Кленовицкий П. М., Волкова Л.А., Волкова Н.А., Ларионова П.В., Зиновьева Н.А., Никишов А.А.</b> Цитогенетическая характеристика мускусной утки ( <i>Cairina moschata</i> L.) .....	52
---	----

## **ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

<b>Нитяга И.М., Уша Б.В., Морозова Е.Н., Хоменец Н.Г.</b> Усовершенствование контроля сальмонелл в мясе и мясных продуктах с помощью ПЦР в режиме реального времени и робототехники для выделения матричной ДНК .....	61
<b>Долгов В.А., Лавина С.А., Арно Т.С., Семёнова Е.А., Никитченко Д.В.</b> Влияние различных факторов на анаболическую эффективность меда .....	66

## **ВЕТЕРИНАРИЯ**

<b>Плющиков В.Г., Ватников Ю.А., Никитченко В.Е., Серегин И.Г.</b> Подготовка ветеринарных специалистов в РУДН .....	72
--	----

<b>НАШИ АВТОРЫ</b> .....	78
--------------------------	----

© Российский университет дружбы народов, Издательство, 2016

© «Вестник Российского университета дружбы народов», 2016

# BULLETIN

## of Peoples' Friendship University of Russia

SCIENTIFIC JOURNAL

Founded in 1993

*Series*

**AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES**

**2016, N 1**

*Series founded in 2006*

Peoples' Friendship University of Russia

---

### CONTENTS

#### **CROP PRODUCTION**

- Semenov O.G., Divashuk M.G., Haitembu Gerhard Shangeshapwako, Tawfeek Ahmed Kaid Mohammed.** Creation of allo cytoplasmic wheat genotypes with high characteristics of gluten quality based on dna marker selection ..... 7
- Yablonskaya M.I., Gins M.S., Molchanova M.A.** In vitro biotization ..... 15
- Piyushchikov V.G., Kurganov A.A., Kovalev V.V.** Insurance of agricultural crops accounting the risks from emergency situations ..... 21

#### **BIOCHEMISTRY OF PLANTS**

- Gins M.S., Platonova E.K., Platonova S.Yu.** Perspective sources of natural dyes from vegetative raw material ..... 34

#### **BOTANY**

- Istomina I.I., Pavlova M.E., Terechin A.A.** Analysis of population structure of *Polygonatum multiflorum* L. in the "Bitsevsky forest" natural and historical park ..... 43

## **MORPHOLOGY AND ONTOGENESIS OF ANIMALS**

**Klenovitskiy P.M., Volkova L.A., Volkova N.A., Larionova P.V., Zinoveva N.A., Nikishov A.A.** Cytogenetical characteristic of muscovy duck (*Cairina moschata* L.) ..... 52

## **VETERINARY SANITARY INSPECTION**

**Nityaga I.M., Ysha B.V., Morozova E.N., Khomenets N.G.** Improving the control of salmonella in meat and meat products by PCR in real time and robotics for the separation matrix of DNA ..... 61

**Dolgov V.A., Lavina S.A., Arno T.S., Semenova E.A., Nikitchenko D.V.** Effect of various factors for anabolic efficiency of honey ..... 66

## **VETERINARY SCIENCE**

**Plyuschikov V.G., Vatnikov Y.A., Nikitchenko V.E., Seregin I.G.** Training of veterinary specialists at PFUR ..... 72

**OUR AUTHORS** ..... 78

© Peoples' Friendship University of Russia, Publishing House, 2016

© «Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia», 2016

# РАСТЕНИЕВОДСТВО

## СОЗДАНИЕ ГЕНОТИПОВ АЛЛОЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ ПШЕНИЦЫ С ВЫСОКИМИ КАЧЕСТВЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ КЛЕЙКОВИНЫ НА ОСНОВЕ МАРКЕРНОЙ СЕЛЕКЦИИ

О.Г. Семенов<sup>1</sup>, М.Г. Дивашук<sup>2</sup>,  
Хайтембу Герхард Шанджешапвако<sup>1</sup>,  
Мухаммед Тауфик Ахмед Каид<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Департамент техносферной безопасности  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Микулухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

<sup>2</sup>Центр молекулярной биотехнологии  
Российский государственный аграрный университет  
*МСХА им. К.А. Тимирязева; Тимирязевская ул., 49, Москва, 127550*

На основе анализа аллельного состава генов, связанных с хлебопекарными качествами зерна, созданы путем индивидуального отбора в условиях засухи 2010 г. из гибридных популяций аллоцитоплазматической пшеницы (*T. aestivum* L.) ценные генотипы с цитоплазмой *Triticum timopheevii* L. и *Secale cereale* L., сочетающие хорошие показатели качества клейковины и засухоустойчивость. По результатам скрининга одиннадцати линий АЦПГ, созданных на основе и анализа методом ПЦР их аллельного состояния высокомолекулярных глютенинов, особую ценность представляют три линии АЦПГ: две линии с цитоплазмой *T. timopheevii* и одна линия с цитоплазмой *Secale cereale* L., отличительная особенность которых заключается в наличии у них как субъединиц 5+10 (для локуса Glu-D1), так и субъединицы 2\* (для локуса Glu-A1), связанных с хорошими хлебопекарными качествами, что является несомненным преимуществом при селекции на качество зерна. В соответствии с нормативами «силы муки» (метод седиментации) эти три генотипа отнесены к категории сортов, имеющих «сильную» клейковину среди отобранных по этому показателю девяти генотипов. Результаты анализа аллельного состояния высокомолекулярных глютенинов гибридных популяций АЦПГ методом ПЦР позволили значительно ускорить создание перспективных линий (11 линий) в процессе целевой селекции на качество клейковины. Созданные линии представляют ценность как доноры важных качественных свойств зерна и используются как компоненты при создании новых ядерно-цитоплазматических гибридных комбинаций в целевой селекции на качество. Они включены в конкурсное (станционное) сортоиспытание для комплексного изучения в сравнении со стандартными сортами яровой пшеницы.

**Ключевые слова:** аллоцитоплазматическая пшеница, высокомолекулярные глютенины, гибридная популяция, качество клейковины, чужеродная цитоплазма, ДНК маркеры, хлебопекарные качества пшеницы.

Одной из основных проблем для зернового хозяйства в настоящее время является проблема белковости зерна, от решения которой напрямую зависят его технологическая оценка и стоимость. Из всех типов белков, запасующихся в зерновке пшеницы, наибольшее значение имеет клейковинный белок, который предопределяет технологические свойства зерна и выработанной из него муки. Только при высоком количестве сырой клейковины (25% и выше) и хорошем ее качестве можно получить пышный, вкусный и биологически ценный хлеб. Уникальная способность клейковинных белков образовывать комплекс, называемый клейковиной, предопределила ведущую роль пшеницы среди всех зерновых культур.

Хлебопекарные свойства зерна пшеницы в первую очередь связаны как с наличием клейковины, так и с ее качеством. В соответствии с ГОСТ 9353-90 наличие клейковины определяет следующие классы зерна: зерно высшего класса должно содержать клейковины не менее 36%, 1-го — 32%, 2-го — 28%, 3-го — 23% и 4-го — 18%. Особенно актуальна проблема создания высококачественных сортов для условий Нечерноземной зоны, поскольку качественные показатели зерна снижаются по мере продвижения сортов с востока на запад и с юга на север. В связи с этим необходим поиск новых генетических источников для целевой селекции на качество зерна, что является в настоящее время приоритетным направлением в селекции. Таким источником, расширяющим генетическое разнообразие исходных форм в селекции на качество, являются гибридные популяции аллоцитоплазматической пшеницы (АЦПГ).

Аллоцитоплазматическая яровая пшеница *T. aestivum* L. создана в РУДН путем трансгеноза ядра пшеницы мягкой методом беккроссирования (не менее шести беккроссов) в чужеродную цитоплазму, донорами которой были некоторые виды пшеницы (*Triticum timopheevii* Zhuk), один из видов рода *Aegilops* (*Aegilops ovata*) и рожь зерновая — *Secale cereale* L. (озимый сорт Вятка) [5].

Аллоцитоплазматическая пшеница представляет собой новый синтетический тип пшеницы, в котором ядерный геном *T. aestivum* L. нормально (без ЦМС) функционирует в необычной для нее чужеродной цитоплазме. Чужеродная цитоплазма может обуславливать целый ряд важных биологических и хозяйственных признаков, отсутствующих у используемой отцовской формы пшеницы, при этом проявляется специфика взаимодействия ядерных генов *T. aestivum* L. с цитоплазмой разных, систематически отдаленных форм [3; 5]. Создание ядерно-цитоплазматических генетических систем раскрывает новые возможности изменять функционирование и экспрессию ядерного генома путем замены цитоплазмы как компонента этой системы.

Алло- и изоплазматические линии являются хорошей моделью для изучения вклада генов цитоплазматических органелл в общую генотипическую изменчивость, а также для изучения эффекта взаимодействия генетических систем, который часто бывает значительно выше, чем эффект собственно цитоплазматических генов. Это находит подтверждение в многочисленных исследованиях [1].

Благодаря изучению различных ядерно-цитоплазматических химер были установлены многочисленные факты влияния геномов органелл на ряд важных про-



цессов и свойств растений. В частности, отмечено влияние на экспрессию ядерных генов, контролирующих морфологические и количественные признаки [10; 11]. Многочисленные публикации указывают на влияние генов цитоплазматических органелл на устойчивость к патогенам и другим стрессовым факторам [4; 6].

В целом результаты, полученные при исследовании аллоплазматических линий — ядерно-цитоплазматических химер, созданных методами классической генетики, позволили зафиксировать ряд эпигенетических закономерностей, связанных с экспрессией, рекомбинацией и трансмиссией ядерных генов в чужеродной цитоплазме. У аллоплазматических форм разных генотипов выявлены качественные и количественные признаки, наиболее подверженные модификации при замене органелльных геномов [9], — очевидно, факторы, регулирующие экспрессию их генов, наиболее тесно связаны именно с теми белками органелл, которые кодирует их собственный геном [1].

У форм мягкой пшеницы АЦПГ, созданных на основе отдаленной гибридизации и замещения пшеничной цитоплазмы (*T. aestivum* L.) на чужеродную, особый практический интерес вызывает характеристика хлебопекарных качеств зерна. Эти качества детерминируются рядом факторов, главными из которых являются количественное и качественное состояние клейковины, а также соотношение компонентов крахмала и текстура эндосперма зерновки. Состояние клейковины определяется, главным образом, составом субъединиц высокомолекулярных глютенинов (HMW-GS). Высокомолекулярные глютенины — это запасные белки эндосперма пшеницы, кодируемые локусами *Glu-A1*, *Glu-B1* и *Glu-D1*, локализованными на длинных плечах хромосом 1A, 1B и 1D соответственно.

Каждый локус имеет гены, экспрессирующие по две субъединицы, различающиеся по размеру [8; 13]. Согласно электрофоретической подвижности в полиакриламидном геле (SDS-PAGE) их делят на субъединицы  $\alpha$ -типа (83-88 kDa) и  $\gamma$ -типа (67-74 kDa) [7].

У различных генотипов пшеницы выделяют 3—5 субъединиц высокомолекулярных глютенинов. Это различие в количестве субъединиц у разных сортов обусловлено специфичными молчащими генами, локализованными в длинном плече хромосом 1A. Так, гены, отвечающие за синтез субъединицы 1A $\gamma$ , вовсе не экспрессируются во всех сортах пшеницы, а гены, отвечающие за синтез субъединицы 1A $\alpha$ , экспрессируются только в некоторых сортах.

Ранее исследователями была выявлена взаимосвязь между присутствием определенных субъединиц высокомолекулярных глютенинов и силой теста, измеряемой SDS-седиментацией объема теста [12].

Поскольку наибольшее влияние на хлебопекарные качества зерна пшеницы оказывает состав высокомолекулярной фракции глютенинов, в работе была использована балльная оценка хлебопекарных качеств, определяемых аллелями *Glu-1* [12; 14]. Чем выше балл имеет та или иная аллель, тем существеннее влияние этой аллели на хлебопекарные качества (табл. 1). Поэтому самые высокие хлебопекарные качества соответствуют наибольшей величине (4 балла — при наличии субъединиц HMW 5+10) [15].

Таблица 1

**Балльная оценка хлебопекарных качеств, определяемых аллелями *Glu-1* [15]**

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	—

Данная классификация позволяет оценить хлебопекарные свойства сорта путем сложения трех аллелей, экспрессирующихся в его генотипе. Однако эта оценка определяет лишь потенциальные качества сорта, поскольку хлебопекарные свойства зависят также и от условий выращивания сорта, его агротехники, от степени повреждения клопом-черепашкой.

Анализ аллельного состояния генов, связанных с хлебопекарными качествами зерна у гибридов аллоцитоплазматической пшеницы, обеспечил возможность значительного ускорения отбора потенциально ценных генотипов на ранних стадиях селекции на качество [2].

Результаты анализа аллельного состояния высокомолекулярных глютеинов методом ПЦР и определения количества и качества (седиментация и ИДК) клейковины у созданных линий АЦПГ представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Скрининг одиннадцати линий АЦПГ, созданных на основе отбора крупных колосьев в 2010 г. с одновременным повторным анализом аллельного состояния высокомолекулярных глютеинов методом ПЦР**

Вариант в 2012 г.	Тип цитоплазмы	ПЦР ( <i>Glu-D1</i> )		Клейков. сырая из муки, %	ИДК, ед. шк.	Седиментация, мл
		1-ый анализ (популяция)	2-ой анализ (линия)			
8-1/12	<i>S. cereale</i> L. — линия (кассета № 6)	5+10	5+10	29,5	90,8	20
8-2/12	<i>T. timopheevii</i> x озимый сорт Заря	2+12	2+12	30,5	74,6	36
8-3/12	<i>T. aestivum</i> L.	5+10	5+10	28,8	82,2	50
8-4/12	<i>T. timopheevii</i> x озимый сорт Заря	5+10	2+12	30,3	80,0	40
8-5/12	<i>T. timopheevii</i> x озимый сорт Заря	5+10	5+10	28,0	78,2	43
8-6/12	<i>T. timopheevii</i> x озимый сорт Заря	5+10	5+10	25,4	77,6	43
8-7/12	<i>S. cereale</i> L.	2+12	2+12	24,9	71,4	50
8-8/12	<i>T. timopheevii</i> (блок 1.1)	5+10	5+10	30,9	69,4	58
8-9/12	<i>T. aestivum</i> L.	5+10	5+10	31,5	73,7	55
8-10/12*	<i>T. aestivum</i> L.	5+10	5+10 2+12	27,9	65,5	40
8-11/12	<i>S. cereale</i> L. x озимый сорт Заря	5+10	5+10	29,5	83,2	51

Примечание: \*гетерозиготное состояние.

Анализ аллельного состояния высокомолекулярных глютеинов методом ПЦР был проведен дважды: первый анализ — при изучении исходных популяций; второй — индивидуальный анализ зерна у отобранных по продуктивности одиннадцати колосьев в условиях засухи 2010 г. В 2011 г. зерно отобранных колосьев было высеяно отдельно по колосу для создания линий в 2012 г. Индивидуальный посев отобранных колосьев был проведен с одновременным отбором из каждого колоса по 15 зерновок для анализа аллельного состояния высокомолекулярных глютеинов методом ПЦР, что в значительной степени определило целевое направление отбора на качество клейковины как важнейшей составляющей характеристики технологических свойств зерна.

Как видно из табл. 2, среди одиннадцати создаваемых линий пять генотипов оказались на цитоплазме *T. timopheevii*, среди которых четыре генотипа — гибриды с озимым сортом Заря (F7 — F8), три генотипа имеют цитоплазму *S. cereale* L., один из которых — гибрид с озимым сортом Заря.

Три генотипа имеют цитоплазму обычной пшеницы мягкой *T. aestivum* L., поскольку они были получены в результате обратного скрещивания АЦПГ *T. timopheevii* с яровым сортом *Cosir*, который был взят в качестве материнского компонента скрещиваний в 1988 г.

Сорт Заря, использованный при гибридизации в качестве отцовской формы, отличается крупнозерностью и устойчивостью к некоторым грибным патогенам, что и определило целесообразность использования его для гибридизации с яровыми формами АЦПГ.

У большинства отобранных генотипов результаты двух анализов совпадают. Исключение составляет генотип № 8-10/12, у которого второй анализ выявил наличие аллелей двух типов 5+10 и 2+12 (гетерозиготное состояние). Из одиннадцати генотипов два имеют альтернативные аллели 2+12 (гомозигота) — № 8-2/12 и 8-7/12.

По результатам скрининга одиннадцати линий АЦПГ, созданных на основе отбора из гибридных популяций в условиях засухи 2010 г. и анализа методом ПЦР их аллельного состояния высокомолекулярных глютеинов, особую ценность представляют три линии АЦПГ: две линии с цитоплазмой *T. timopheevii* (№ 8-5/12 и 8-6/12); одна линия (№ 8-11/12) с цитоплазмой *Secale cereale* L., отличительная особенность которых заключается в наличии у них как субъединиц 5+10 (для локуса *Glu-D1*), так и субъединицы 2\* (для локуса *Glu-A1*), связанных с хорошими хлебопекарными качествами, что является несомненным преимуществом при селекции на качество зерна.

Анализ содержания клейковины позволил установить, что из одиннадцати линий лишь два генотипа имеют низкое содержание клейковины № 8-7/12 — 24,9% и № 8-6/12 — 25,4%. У остальных генотипов содержание клейковины не ниже 28%. Наиболее высокие показатели содержания клейковины у следующих форм № 8-9/12 — 31,5%, № 8-8/12 — 30,9%; № 8-4/12 — 30,3% и № 8-2/12 — 30,5%. В соответствии с классификационными нормами — это категория «сильных пшениц», хороший улучшитель (содержание клейковины не ниже 28%).

Определение седиментации и ИДК у изучаемых форм позволило получить качественные характеристики клейковины. В соответствии с нормативами «силы» муки седиментация в пределах 60—40 мл это категория «сильной» клейковины. К этой категории относятся следующие девять генотипов: № 8-3/12; 8-4/12; 8-5/12; 8-6/12; 8-7/12; 8-8/12; 8-9/12; 8-10/12 и 8-11/12.

В соответствии с Классификационными нормами, используемыми Центральной лабораторией Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур для характеристики сортов пшеницы по хлебопекарным качествам, к категории «сильных» пшениц относятся сорта, качество клейковины у которых в зерне и муке в условных единицах ИДК составляет от 45 до 75 единиц. Этим требованиям удовлетворяют следующие пять генотипов: № 8-2/12; 8-7/12; 8-8/12; 8-9/12 и 8-10/12. Остальные генотипы по этому показателю отнесены ко второй группе качества.

Выделена также группа из четырех генотипов, у которых высокое качество клейковины отмечено по обоим показателям — ИДК и седиментация (табл. 2).

Из четырех генотипов, имеющих показатели субъединиц HMW 5+10, один генотип № 8-7/12 имеет альтернативные аллели 2+12. Объяснение этого факта, очевидно, лежит в понимании сложности механизма соотношений изучаемых аллелей с другими факторами внутренней генотипической среды организма.

Таким образом, результаты анализа аллельного состояния высокомолекулярных глютенинов гибридных популяций АЦПГ методом ПЦР позволили значительно ускорить создание перспективных линий (11 линий) в процессе целевой селекции на качество клейковины. Созданные линии представляют ценность как доноры важных качественных свойств зерна и используются как компоненты при создании новых ядерно-цитоплазматических гибридных комбинаций в целевой селекции на качество. Они включены в конкурсное (станционное) сортоиспытание для комплексного изучения в сравнении со стандартными сортами яровой пшеницы.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Даниленко Н.Г. Миры геномов оргanelл. Изд-во Тэхналогія, 2003.
- [2] Климушина М.В. Анализ аллельного состава генов, связанных с хлебопекарными качествами, у аллоцитоплазматических гибридов пшеницы / М.В. Климушина, М.Г. Дивашук, Т.А.К. Мухаммед, О.Г. Семенов, Г.И. Карлов // Генетика. 2013. Т. 49. № 5. С. 617—625.
- [3] Морозова З.А. Особенности морфогенеза аллоцитоплазматического гибрида пшеницы *T. aestivum* L. на цитоплазме *Ae. ovata* в сравнении с исходными формами / З.А. Морозова, О.Г. Семенов // Вестник Московского ун-та. Сер.16. Биология. 2004. № 2. С. 32—38.
- [4] Одинцова И.Т. Влияние цитоплазмы на устойчивость пшеницы к бурой ржавчине / И.Т. Одинцова, О.А. Гуриели, Н.А. Скурыгин // Сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства. 1985. Вып. 92. С. 11—15.
- [5] Семенов О.Г. Аллоцитоплазматическая пшеница. Биологические основы селекции: монография. М.: Изд-во РУДН, 2000.
- [6] Banga S.S. *Alternaria* incidence in some alloplasmic lines of Indian mustard / S.S. Banga, K.S. Labana, B.N. Medhi // *Theor. Appl. Gen.* 1984. Vol. 67. P. 195—196.
- [7] Caballero L. Variation of High Molecular Weight Glutenin Subunits in two neglected tetraploid wheat subspecies / L. Caballero, M. Martin Luis and B. Alvarez Juan // *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2008. Vol. 44. P. 140—146.

- [8] Hammer P.E. Four genes from *Pseudomonas fluorescens* that encode the biosynthesis of pyrrolnitrin / P.E. Hammer, D.S. Hill, S.T. Lam et al // *App. Environ. Microbiol.* 1997. Vol. 63. № 12. P. 2147—2154.
- [9] Jones P. Effects of alien cytoplasmic variation on carbon assimilation and productivity in wheat / P. Jones, E.M. Keane, B. Osborne // *J. Exp. Bot.* 1998. Vol. 49. P. 1519—1528.
- [10] Kinoshita T. Alteration of growth habit and variation of heading time induced by the alien cytoplasm / H. Kihara, K. Tsunewaki // *Wheat Inf. Serv.* 1979. Vol. 50. P. 65—70.
- [11] Maan S.S. Specificity of nucleo-cytoplasmic interactions in *Triticum* and *Aegilops* species // *Wheat Inform. Service.* 1979. Vol. 50. P. 71—79.
- [12] 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.
- [13] Rabinovich S.V. High-molecular weight glutenin subunit composition of spring bread wheats grown in the Ukraine and the Russian Federation between 1995-97 and its connection with pedigrees / S.V. Rabinovich, L.A. Panchenko, R.G. Parchomenko, V.N. Bondarenko // *Wheat Newslett.* 1998. Vol. 44. P. 36—251.
- [14] Tanaka H. Diversity of Low-Molecular-Weight glutenin subunit genes in Asian common wheat (*Triticum aestivum* L.) / H. Tanaka, S. Toyoda, H. Tsujimoto // *Breeding Science*, 2005.
- [15] Tatham A.S., Drake A.F., Shewry P.R. Conformational studies of synthetic peptides corresponding to the repetitive region of the high molecular weight (HMW) glutenin subunits of wheat // *J Cereal Sci.* 1990. Vol. 11. P. 189—200.

## **CREATION OF ALLO CYTOPLASMIC WHEAT GENOTYPES WITH HIGH CHARACTERISTICS OF GLUTEN QUALITY BASED ON DNA MARKER SELECTION**

**O.G. Semenov<sup>1</sup>, M.G. Divashuk<sup>2</sup>,  
Haitembu Gerhard Shangeshapwako<sup>1</sup>,  
Tawfeek Ahmed Kaid Mohammed<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of technosphere safety  
Russian People's Friendship University  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>Center of Molecular Biotechnology  
Russian State Agrarian University  
*Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550*

Based on the analysis of allelic composition of genes related to bread baking quality grains, created through individual selection program in dry conditions of 2010, from the hybrid populations of allo cytoplasmic wheat (*T. aestivum* L.) genotypes with valuable cytoplasm *Triticum timopheevii* L. and *Secale cereale* L., combined good indicators of gluten quality and drought tolerance. According to the results of PCR analysis of high molecular weight glutenin screening of eleven allo cytoplasmic genotypes, three lines (genotypes) showed special value: two lines with a *T. timopheevii* cytoplasm and one line with a *Secale cereale* L. cytoplasm, whose distinguishing features were the presence of both subunits, 5+10 (for locus Glu-D1), as well as subunit 2\* (for locus Glu-A1), considered to be of good bread baking properties, which is an advantage in the selection of wheat grain quality. In accordance with the regulations "flour quality" (sedimentation

method), these three genotypes fall under the "strong" gluten category, of which nine genotypes were selected for this indicator. The results of the analysis of high molecular weight glutenin allelic state of the hybrid populations of allo cytoplasmic genotypes, by PCR method enabled significantly accelerate the creation of promising lines (11 lines) in the process of target selection on the quality of gluten. Created lines are valuable as donors of important qualitative properties of the grain and used as ingredients in the creation of new nuclear-cytoplasmic hybrid combinations in the target selection of wheat grain quality. The 11 lines are included in the competitive (station) for the test and variety integration as well as for a comprehensive study in comparison with standard varieties of spring wheat.

**Key words:** allo cytoplasmic wheat, high molecular weight glutenins, hybrid population, gluten quality, alien cytoplasm, DNA markers, baking quality wheat.

## REFERENCES

- [1] Danilenko N. G. *Worlds genomes of organelles* Publishers Tehnologa, 2003.
- [2] Klimushina M.V., Divasac M.G., Mohammed T.A.K., Semenov O.G., Charles G.I. Analysis of allelic composition of genes related to baking, allocatelloppies hybrids of wheat. *Genetics*. 2013. V. 49. No. 5. P. 617—625.
- [3] Morozova Z.A., Semenov O.G. Specific Features of morphogenesis allocatelloppies hybrid of wheat *T. aestivum* L. in the cytoplasm of *Ae. ovata* in comparison with the original forms. *Vestnik Moskovskogo Univ. Ser.16. Biology*. 2004. No. 2. S. 32—38.
- [4] Odintsova T.I., Gurieli O.A., Skurygin N.A. Influence of the cytoplasm in resistance of wheat to leaf rust. *Proc. scientific. Tr. on applied botany, genetics and plant breeding research Institute of crop production*. 1985. Vol. 92. S. 11—15.
- [5] Semenov O.G. *Allocatelloppies wheat. Biological bases of selection: monograph*. M.: Publishing house of PFUR, 2000.
- [6] Banga S.S., Labana K.S., Medhi B.N. *Alternaria* incidence in some alloplasmic lines of Indian mustard. *Theor. Appl. Gen.* 1984. Vol. 67. P. 195—196.
- [7] Caballero L., M. Martin Luis and B. Alvarez Juan. Variation of High Molecular Weight Glutenin Subunits in two neglected tetraploid wheat subspecies. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2008. Vol. 44. P. 140—146.
- [8] Hammer P.E., Hill D.S., Lam S.T. et al. Four genes from *Pseudomonas fluorescens* that encode the biosynthesis of pyrrolnitrin. *App. Environ. Microbiol.* 1997. Vol. 63. N 12. P. 2147—2154.
- [9] Jones P., Keane E.M., Osborne B. Effects of alien cytoplasmic variation on carbon assimilation and productivity in wheat. *J. Exp. Bot.* 1998. Vol. 49. P. 1519—1528.
- [10] Kinoshita T. Alteration of growth habit and variation of heading time induced by the alien cytoplasm. H. Kihara, K. Tsunewaki. *Wheat Inf. Serv.* 1979. Vol. 50. P. 65—70.
- [11] Maan S.S. Specificity of nucleo-cytoplasmic interactions in *Triticum* and *Aegilops* species. *Wheat Inform. Service*, 1979. Vol. 50. P. 71—79.
- [12] 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.
- [13] Rabinovich S.V., Panchenko L.A., Parchomenko R.G., Bondarenko V.N. High-molecular weight glutenin subunit composition of spring bread wheats grown in the Ukraine and the Russian Federation between 1995-97 and its connection with pedigrees. *Wheat Newslett.* 1998. Vol. 44. P. 36—251.
- [14] Tanaka H., Toyoda S., Tsujimoto H. Diversity of Low-Molecular-Weight glutenin subunit genes in Asian common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Breeding Science*, 2005.
- [15] Tatham A.S., Drake A.F., Shewry P.R. Conformational studies of synthetic peptides corresponding to the repetitive region of the high molecular weight (HMW) glutenin subunits of wheat. *J Cereal Sci.* 1990. Vol. 11. P. 189—200.

---

## БИОТИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ *IN VITRO*

М.И. Яблонская, М.С. Гинс,  
М.А. Молчанова

Агробиотехнологический департамент  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

Использование симбиотических микроорганизмов при клональном микроразмножении повышает устойчивость растений к негативным биотическим и абиотическим факторам. Биотизация растений подразумевает собой использование в качестве инокулома пропагул симбиотических бактерий (бактеризация) и грибов (микоризация) и является распространенным приемом при производстве клональных микрорастений в европейских странах. При размножении *in vitro* этап акклиматизации считается критическим и происходит массовая гибель растений, в связи с чем использование приема биотизации поможет повысить выживаемость растений и является перспективным методом при клональном микроразмножении.

**Ключевые слова:** клональное микроразмножение, микоризация, бактеризация, акклиматизация.

Метод клонального микроразмножения растений существенно отличается от традиционных технологий своей скоростью и высоким коэффициентом размножения, а также возможностью получения однородного безвирусного посадочного материала. Многие виды растений успешно размножаются в культуре *in vitro*, особенно этот метод актуален для хвойных пород растений, трудно размножаемых традиционными способами.

Но, несмотря на все преимущества метода, существует проблема перевода пробирочных растений в нестерильные условия, когда после пересадки в почву наблюдается массовая гибель растений. Прежде всего это связано с тем, что у пробирочных растений нарушена деятельность устьичного аппарата и листья имеют сниженное количество кутикулярного воска, вследствие чего происходит чрезмерная потеря воды [1]. Сразу после пересадки *ex vitro* корни таких растений имеют сильно пониженную способность всасывать воду и минеральные вещества, т.е. корневая система растений, полученных *in vitro*, практически нежизнеспособна и часто отмирает. Водный стресс также является одной из немаловажных причин гибели растений-регенерантов при клональном микроразмножении.

При промышленном производстве посадочного материала главной проблемой остается низкий процент выживаемости на этапе акклиматизации и слабый рост адаптированных микрорастений после высадки в открытый грунт. Улучшить минеральное питание и повысить устойчивость растений к водному стрессу может использование симбиотических микроорганизмов, присутствующих в естественных условиях произрастания.

Большинство видов наземных растений (80—90%) способно к симбиотическому взаимодействию с грибами отдела *Glomeromycota*, с представителями которого растения образуют арбускулярную микоризу (АМ) [2]. Образую симбиоз с корнями растений, гифы гриба увеличивают площадь всасывания корневой сис-

темы, благодаря чему в несколько раз повышается всасывающая способность, а соединения минеральных веществ поступают внутрь корня в легкоусвояемой форме. Арбускулярная микориза является самой изученной формой эндомикоризы.

АМ-грибы распространены повсеместно, они хорошо развиваются в широком диапазоне кислотности почвы, температуры, влажности и аэрации. Важной особенностью арбускулярных микоризных грибов является способность одного и того же вида эндомикоризного гриба вступать в симбиотические отношения с большим числом видов растений.

В основном образование эндомикоризы для АМ-грибов является облигатной стадией жизненного цикла, вне растения они существуют в форме покоящихся спор. Для прохождения жизненного цикла растений АМ-симбиоз не является обязательным, но необходим для выживания в типичных для них экологических условиях. Особенно важен этот симбиоз для древесно-кустарниковых форм, а также для растений со слабо развитой системой корневых волосков.

Арбускулярная микориза оказывает общестимулирующее действие на растения, увеличивает активность фотосинтеза, улучшает водный статус и минеральное питание, влияет на фитогормональный статус, повышает устойчивость растений к патогенам, в результате чего возрастает их продуктивность. АМ-грибы способствуют переводу питательных веществ, в особенности фосфора и микроэлементов, в формы, доступные для растений. По результатам исследований I. Jakobsen, через арбускулу АМ-гриб получает от растения-хозяина углеводы в виде гексозы [3]. Таким образом, симбиоз с полезными для растений почвенными микроорганизмами, такими как АМ-грибы, предоставляет им дополнительные возможности для выживания в различных условиях, а микросимбионтам — продукты фотосинтеза и экологическую нишу.

На эффективность симбиоза оказывает влияние содержание питательных элементов в почве. Присутствие в субстрате повышенных доз минеральных веществ зачастую снижает продуктивность АМ-симбиоза, в то время как при пониженном минеральном питании эффект от микоризации размножаемых растений значительно увеличивается [4].

Однако эффективность АМ-симбиоза зависит не только от содержания минеральных компонентов в почве, но и от вида и штамма арбускулярного микоризного гриба, отзывчивости растения на инокуляцию эндомикоризным грибом (симбиотической эффективности растения) и плотности инокуляционного материала в субстрате [4].

Немало исследований проводилось по вопросу микоризации таких растений, как сосна, береза, тополь, дуб, эвкалипт, грецкий орех, каштан, банан, гуава, малина, земляника, перец, фикус Бенджамина и виноград, по результатам которых отмечалось увеличение скорости роста и снижение потерь микрорастений на этапе акклиматизации.

Техника инокуляции арбускулярных микоризных грибов зависит от используемого субстрата, штаммов гриба, стадии развития размножаемого растения и должна быть разработана для конкретного вида растения. В качестве исходного



инокуляционного материала используют стерильные мицелий, споры, хламидоспоры и микоризованные корни, которые помещают около корней растений *in vitro*. Чтобы стимулировать формирование микоризы, среда для культивирования микоризованных растений должна содержать пониженное количество сахара и минеральных веществ, также необходимо обеспечить достаточное количество  $CO_2$ , необходимое для автотрофного питания растений.

В работах по микоризации *Prunus cerasifera* AM-грибами *Glomus mosseae* и *G. coronatum* отмечалась 100%-ая выживаемость микрорастений после пересадки в нестерильные условия [5]. При микоризации *Triticum durum* в полевых условиях штаммами *Glomus mosseae* скорость роста растений увеличилась в 11,6 раз, а урожайность возросла больше, чем в 5 раз [6].

По данным других исследований, использование разных штаммов эндомикоризных грибов не оказало существенного влияния на скорость и процент укореняемости различных сортов *Rhododendron*, но вызвало значительное увеличение роста растений в условиях *ex vitro* [7]. Nowak установил, что в условиях *in vitro* в присутствии полезных почвенных микроорганизмов происходят некоторые изменения в развитии и метаболизме растений, в результате чего увеличивается устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, вызывающим стресс [8].

Ризосфера является динамичной средой, где микроорганизмы подвержены влиянию корневых экссудатов, а также взаимодействуют не только с растением, но и друг с другом [10]. Арбускулярные микоризные грибы модифицируют окружающую среду, формируя так называемую микоризосферу [10]. Положительное влияние AM-грибов усиливается в присутствии других полезных микроорганизмов, стимулирующих рост растений.

**Виды AM-грибов, используемых для инокуляции  
некоторых видов растений *in vitro* [9]**

<i>Glomus epigaeum</i>	Яблоня
<i>Glomus fasciculatum</i> , <i>G. caledonium</i> , <i>G. monosporum</i> , <i>G. constrictum</i> , <i>G. occultum</i> , <i>G. vesiforme</i> , <i>G. mosseae</i> , <i>Gigaspora margarita</i>	Киви ( <i>Actinidia deliciosa</i> ), Виноградная лоза ( <i>Vitis sp.</i> )
<i>Glomus aggregatum</i> , <i>G. deserticola</i>	Черешня ( <i>Prunus avium</i> ), Спирея ( <i>Spiraea vulgaris</i> ), Сирень ( <i>Syringa japonica</i> )
<i>Glomus fasciculatum</i> , <i>G. intraradices</i>	Финиковая пальма ( <i>Phoenix dactylifera</i> )
<i>Glomus mosseae</i> , <i>G. coronatum</i> , <i>G. caledonium</i>	Алыча ( <i>Prunus cerasifera</i> )
<i>Glomus intraradices</i> , <i>G. geosporum</i>	Земляника ( <i>Fragaria ananassa</i> )
<i>Glomus intraradices</i> , <i>G. macrocarpum</i> , <i>G. mosseae</i>	Земляника ( <i>Fragaria ananassa</i> , <i>F. virginiana</i> , <i>F. vesca</i> )
<i>Glomus intraradices</i> , <i>G. fasciculatum</i> , <i>G. caledonium</i> , <i>G. monosporum</i>	Черешня ( <i>Prunus avium</i> )

Помимо микоризации при размножении растений для повышения их жизнедеятельности используют также симбиотические бактерии. Метод бактеризации

не уступает по эффективности при клональном микроразмножении. Как и при микоризации, симбиотические бактерии развиваются на питательной среде только в присутствии растения и не требуют повторной инокуляции. Бактерии рода *Pseudomonas* стимулируют рост растений *in vitro*, улучшают водный обмен, минеральное питание, а также повышают устойчивость к патогенным организмам при пересадке. Для бактериализации чаще используются ростостимулирующие бактерии родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Azotobacter* и другие. Заражение растений можно проводить как *in vitro*, так и *ex vitro*.

Жизнедеятельность эндомикоризных грибов тесно связана с симбиотическими бактериями, которые могут стимулировать рост АМ-грибов на пресимбиотической стадии развития, предшествующей установлению непосредственного контакта микросимбионта с корнем растения [10]. Существуют данные о том, что штаммы *Bacillus mycoides* и *Pseudomonas fluorescens* способствуют более быстрой микоризации, повышая восприимчивость корней растений к АМ-симбиозу [11]. Также было доказано, что при совместной инокуляции *Glomus mosseae* и *Pseudomonas fluorescens* увеличивалась интенсивность роста растений томата и повышалась устойчивость к галлообразующим нематодам по сравнению с инокуляцией микроорганизмов по отдельности [12].

Исследования влияния микросимбионтов на размножаемые *in vitro* растения продолжаются в отношении широкого спектра культур, поскольку в целом биотизация оказывает положительное действие на микрорастения. Использование ростостимулирующих бактерий увеличивает эффективность АМ-симбиоза с растениями-регенерантами, снижая стресс пробирочных растений при переносе в нестерильные условия на этапе акклиматизации. Все это позволяет говорить не только о необходимости использования симбиотических микроорганизмов, но и о перспективности создания многокомпонентных симбиозов.

Данное научное исследование проводится при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «УМНИК» в рамках договора № 5936 от 11 июня 2015 года.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Yildiz A., Cagdas A., Aslihan A., Yesim Y., Sedat S., Ibrahim O. The effect of mycorrhiza in nutrient uptake and biomass of cherry rootstocks during acclimatization // *Romanian Biotechnological Letters*. 2010. Vol. 15. № 3. P. 5246—5252.
- [2] Schüßler A., Schwarzott D. Walker C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution // *Mycol. Res*. 2001. Vol. 105. P. 1413—1297.
- [3] Jakobsen I. Transport of phosphorus and carbon in arbuscular mycorrhiza // *Mycorrhiza: structure, function, molecular biology, and biotechnology*. 2<sup>nd</sup> ed. Berlin: Springer, 1999. P. 305—332.
- [4] Bhuiyan M.A.H. Effect of rate of arbuscular mycorrhiza inoculum on Tomato (*Solanum lycopersicum*) seedlings. *Bangladesh J. Agril. Res.*, 2013. 38(3): 473—480.
- [5] Fortuna P., Citeresi S., Morini S., Giovannetti M., Loreti F. Infectivity and effectiveness of different species of arbuscular mycorrhizal fungi in micropropagated plants of Mr S2/5 plum rootstock. *Agronomie*, 1992. 12:825—830.
- [6] Karagiannidis N., Hadjisavva-Zinoviadi S. The mycorrhizal fungus *Glomus* enhances growth, yield, and chemical composition of a durum wheat variety in 10 different soils. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 1998. 52:1—7.

- [7] Eccher T., Martinelli M. Inoculation of Rhododendron cultivars in vitro with different strains of ericoid endomycorrhizae. *Acta Hort.*, 2010. 865:327—332.
- [8] Nowak J. Benefits of in vitro biotization of plant tissue cultures with microbial inoculants. *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.*, 1998. 34:122—130.
- [9] Rai M.K. Current advances in mycorrhization in micropropagation. *In Vitro Cellular & Developmental Biology — Plant*, 2001. — 37:158—167.
- [10] Barea J.-M., Pozo M.-J., Azcon R., Azcon-Aguilar C. Microbial cooperation in the rhizosphere // *J. Exp. Botany*. Vol. 56, N. 14, 2005. P. 1761—1788.
- [11] Von A. State of commercial use of AMF-inoculum in Germany. In: Gianinazzi S.; Schuepp H., eds. *Arbuscular mycorrhizas in sustainable soil plant systems. Report of 1997 activities, Cost Action 821, Iceland 153*, 1998.
- [12] Siddiqui Z.A., Mahmood I. Effect of a plant growth promoting bacterium, an AM fungus and soil types on the morphometrics and reproduction of *Meloidogyne javanica* on tomato. *Appl. Soil Ecol.*, 1998. 8:77—84.

## IN VITRO BIOTIZATION

**M.I. Yablonskaya, M.S. Gins,  
M.A. Molchanova**

Agrobiotechnologies Department  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklucho-Maklay str., 8/9, Moscow, Russia, 117198*

In vitro coculture of plant tissue explants with beneficial microorganisms enhance their tolerance to abiotic and biotic stresses. The induced resistance response caused by the inoculants is referred to as “biotization”. There is enough experimental evidence with bacteria (bacterization) and vesicular arbuscular mycorrhiza (mycorrhization) inoculations to recommend utilization of this technology in commercial micropropagation. Micropropagated plantlets usually exhibit high mortality rate upon their transfer to soil, so biotization technique can improve survival and is considered to be a perspective method in clonal micropropagation.

**Key words:** clonal micropropagation, micorrhization, bacterization, acclimatization.

## REFERENCES

- [1] Yildiz A., Cagdas A., Aslihan A., Yesim Y., Sedat S., Ibrahim O. The effect of mycorrhiza in nutrient uptake and biomass of cherry rootstocks during acclimatization. *Romanian Biotechnological Letters*. 2010. Vol. 15. N 3. P. 5246—5252.
- [2] Schüßler A., Schwarzott D. Walker C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycol. Res*. 2001. Vol. 105. P. 1413—1297.
- [3] Jakobsen I. Transport of phosphorus and carbon in arbuscular mycorrhiza. *Mycorrhiza: structure, function, molecular biology, and biotechnology*. 2nd ed. Berlin: Springer, 1999. P. 305—332.
- [4] Bhuiyan M.A.H. Effect of rate of arbuscular mycorrhiza inoculum on Tomato (*Solanum lycopersicum*) seedlings. *Bangladesh J. Agril. Res.*, 2013. 38(3): 473—480.
- [5] Fortuna P., Citernesi S., Morini S., Giovannetti M., Loreti F. Infectivity and effectiveness of different species of arbuscular mycorrhizal fungi in micropropagated plants of Mr S2/5 plum rootstock. *Agronomie*, 1992. 12:825—830.

- [6] Karagiannidis N., Hadjisavva-Zinoviadi S. The mycorrhizal fungus *Glomus* enhances growth, yield, and chemical composition of a durum wheat variety in 10 different soils. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 1998. 52:1—7.
- [7] Eccher T. and Martinelli M. Inoculation of *Rhododendron* cultivars in vitro with different strains of ericoid endomycorrhizae. *Acta Hort.*, 2010. 865:327—332.
- [8] Nowak J. Benefits of in vitro biotization of plant tissue cultures with microbial inoculants. In *Vitro Cell Dev. Biol. Plant.*, 1998. 34:122—130.
- [9] Rai M.K. Current advances in mycorrhization in micropropagation. In *Vitro Cellular & Developmental Biology — Plant*, 2001. 37:158—167.
- [10] Barea J.-M., Pozo M.-J., Azcon R., Azcon-Aguilar C. Microbial cooperation in the rhizosphere. *J. Exp. Botany*. 2005. Vol. 56, N. 14. P. 1761—1788.
- [11] Von A. State of commercial use of AMF-inoculum in Germany. In: Gianinazzi S., Schuepp H., eds. Arbuscular mycorrhizas in sustainable soil plant systems. Report of 1997 activities, Cost Action 821, Iceland 153, 1998.
- [12] Siddiqui Z.A., Mahmood I. Effect of a plant growth promoting bacterium, an AM fungus and soil types on the morphometrics and reproduction of *Meloidogyne javanica* on tomato. *Appl. Soil Ecol.*, 1998. 8:77—84.

---

## СТРАХОВАНИЕ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ РИСКОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В.Г. Плющиков<sup>1</sup>, А.А. Курганов<sup>2</sup>,  
В.В. Ковалев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Департамент техносферной безопасности  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

<sup>2</sup> Агроинженерный департамент  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

В статье рассматривается система страхования посевов сельскохозяйственных культур с учетом рисков от чрезвычайных ситуаций, направленная на применение дифференцированного подхода при определении страховых тарифов в зависимости от уровня рискованности производства. Уменьшение ущерба в сельскохозяйственном производстве успешно осуществляется через сферу страхования, где пространственно-отраслевая дифференциация страховых ставок дает возможность заблаговременного и рационального распределения страховых сумм на предотвращение ущерба. Дифференциация страховых ставок в зависимости от риска землепользования дает возможность сельскохозяйственным товаропроизводителям значительно расширить объемы страховых рисков, а страховой компании осуществить перестраховочные мероприятия, направленные на возможное упреждение чрезвычайной ситуации.

**Ключевые слова:** риски, чрезвычайные ситуации, страхование, страховых тарифов, экономический успех, пространственно-временная дифференциация страховых ставок, страховая стоимость, страховая сумма, страховое возмещение, страховой взнос, агробизнес, государственная поддержка.

Сельскохозяйственное производство объективно связано с множеством рассмотренных выше рисков. Среди них особое место занимают производственные риски, опосредованные частой непредсказуемостью природных явлений и погодных условий, т.е. риск нанесения ущерба вследствие нарушения нормального производственного процесса. В некоторых источниках его называют сельскохозяйственным.

Одним из основных способов защиты от таких рисков является страхование. Между тем отмена в 1991 г. обязательного государственного страхования имущества сельскохозяйственных предприятий, животных, урожая сельскохозяйственных культур не сопровождалась созданием соответствующей рыночной инфраструктуры страхования, разработкой необходимой нормативной и законодательной базы, программ подготовки квалифицированных кадров, что поставило сельскохозяйственных товаропроизводителей в жесткую зависимость от стихии рынка и природы.

В сложившихся условиях многие теоретические и методические вопросы страхования природных рисков в сельском хозяйстве требуют всестороннего изучения и обоснования.

Принцип государственного регулирования страхования в сфере агропромышленного производства заложен в статье 16 Федерального закона от 14.07.1997

№ 100-ФЗ «О государственном регулировании агропромышленного производства». В соответствии с этим законом Правительством РФ принято постановление от 01.11.2001 № 758 «О государственной поддержке страхования в сфере агропромышленного производства», которым предусмотрена государственная поддержка сельхоз товаропроизводителям в виде субсидий на уплату части страхового взноса по договорам страхования, заключенным ими со страховыми организациями.

Однако вопросы применения дифференцированного подхода при определении страховых тарифов в зависимости от уровня рискованности производства, а также принятия решения о целесообразности применения страхования в тех или иных условиях хозяйствования исследованы недостаточно. Дискуссионными и малоизученными остаются вопросы, связанные с необходимостью и механизмом государственного регулирования аграрного страхового рынка, имеющего свои особенности, обусловленные природными и экономическими условиями сельскохозяйственного производства.

Материальные и финансовые потери, как это уже отмечалось выше, в сельском хозяйстве Смоленской области от чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий значительны, несмотря на принимаемые меры по их снижению.

Приносимый экономический ущерб не только сопоставим с масштабами финансовых результатов деятельности сельхозпредприятий, но периодически превышает их. Поэтому уменьшение потерь можно рассматривать как один из факторов повышения эффективности сельскохозяйственного производства, а одним из механизмов может служить внедрение обеспеченного государственной поддержкой страхования урожая сельскохозяйственных культур.

Уменьшение ущерба в сельскохозяйственном производстве во многих странах мира успешно осуществляется через сферу страхования, где пространственно-отраслевая дифференциация страховых ставок дает возможность заблаговременного и рационального распределения страховых сумм на предотвращение возможного ущерба.

Такой подход устанавливает основные показатели по имущественному сельскохозяйственному страхованию для товаропроизводителей всех форм собственности на случай полной гибели объекта страхования при стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях [2].

Страхованию с государственной поддержкой подлежат посевы сельскохозяйственных культур:

— на пашне повышенного риска землепользования (5—7 лет гибели посевов из 10 лет);

— на пашне среднего риска землепользования (3—4 года гибели посевов из 10 лет).

Страхованию подлежат посевы сельскохозяйственных культур:

— на пашне слабого риска землепользования (1—2 года гибели посевов из 10 лет);

— на пашне где не наблюдалась гибель посевов за 10 лет, а также многолетние насаждения, сельскохозяйственные животные и птицы, здания, сооружения, сельскохозяйственная продукция и техника, транспортные средства и другое имущество.

Страхование не подлежат:

— посевы на пашне высокого риска землепользования (8—10 лет гибели из 10 лет);

— урожай многолетних насаждений плодоносящего возраста, если хозяйство в течение пяти лет, предшествующих страхованию, не получило урожай с этих насаждений;

— многолетние насаждения, подлежащие списанию в связи с плановой реконструкцией, по которым износ составил 70% и более, пораженными опасными болезнями (черный рак и др.);

— сельскохозяйственные животные, зараженные туберкулезом, бруцеллезом, лейкозом и другими инфекционными заболеваниями на момент заключения договора;

— здания, сооружения и другое имущество, находящееся в зоне, которой угрожают стихийные бедствия, с момента объявления в установленном порядке о такой угрозе.

При этом под ущербом в результате наступления страхового случая понимаются фактические потери, возникающие в результате каких-то событий или явлений. Ущерб по гибели сельскохозяйственных культур представляет собой стоимость потерянного урожая основной продукции культуры (группы культур) на всей площади посева (посадки) по ценам реализации продукции [3].

Основными показателями страхования являются: страховая стоимость, страховая сумма, страховое возмещение, страховой взнос, страховой тариф.

Страховой взнос рассчитывается умножением страховой суммы на страховой тариф. Страховой взнос финансируется в соответствии с комплексом мероприятий:

— в размере 100% при страховании посевов сельскохозяйственных культур на пашне повышенного риска землепользования (5—7 лет погибших посевов из 10 лет);

— в размере 75% на пашне среднего риска землепользования (3—4 года из 10 лет);

— в размере 25% на пашне слабого риска землепользования (1—2 года гибели из 10 лет).

Страховой взнос включается в себестоимость страхуемой сельскохозяйственной продукции.

Страховое возмещение, его расчет и размер производится страховщиком в соответствии с договором страхования или законом (постановлением) субъекта Российской Федерации по заявлению страхователя и соответствующих документов, подтверждающих страховой случай.

Дифференциация страховых ставок в зависимости от риска землепользования дает возможность сельскохозяйственным товаропроизводителям значительно расширить объемы страхования рисков, а страховой компании осуществить перестраховочные мероприятия, направленные на возможное упреждение чрезвычайной ситуации.

Сегодня в кредитно-финансовой системе агробизнеса страхование является одной из главных составляющих после кредита и лизинга и его роль в современ-

ном рынке значительна и продолжает возрастать. Например, без участия страхования процедура оформления кредитных отношений невозможна. Сегодня одно из первых условий банка при кредитовании сельхоз товаропроизводителей — это наличие страхового полиса. Только в этом случае банк предоставляет заем (в том числе и в рамках президентского национального проекта «Сельское хозяйство») [1].

Поэтому механизм страхования является одним из основных регуляторов всевозможных рисков и потерь, реальной гарантией защиты доходов сельхоз товаропроизводителей. Несмотря на имеющиеся «издержки», этот сектор в агропромышленном комплексе Смоленской области постепенно развивается, интерес к нему растет, предпринимаются меры по его дальнейшему развитию. Динамика развития агрострахования в Смоленской области представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Оценка размеров страхования урожая сельскохозяйственных культур с государственной поддержкой по Смоленской области за 2003–2006 гг.**

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Всего			
			2003	2004	2005	2006
1	Общая посевная площадь Смоленской области (Общая посевная площадь по договорам страхования, подлежащим субсидированию)	тыс. га	37,130	10,181	591,2	527,418
2	Площадь гибели посевов сельхозкультур, пострадавших от стихийных бедствий	тыс. га		0,732	6,831	60,3
3	Количество хозяйств, заключивших договоры страхования, подлежащие субсидированию / Количество районов Смоленской области	шт.	18/5	15/8	11/7	14/9
4	Посевная площадь сельхозкультур по договорам страхования, подлежащим субсидированию	тыс. га	37,130	9,002	4 794	3 937
5	Площадь застрахованных культур, пострадавших от стихийных бедствий	тыс. га			2 302	3 937
6	Страховая стоимость	тыс. руб.	263 465,433	41,879	28 701,792	16 756,686
7	Страховая сумма	тыс. руб.	184 425,805	41,879	28 701,792	16 756,686
8	Сумма начисленных страховых взносов	тыс. руб.	15 143,388	6,685	2 304,953	1 301,767
9	Сумма уплаченных страховых взносов сельскохозяйственными товаропроизводителями по договорам страхования	тыс. руб.	11 477,991	3,297	2 081,718	1 301,767
10	Начислено страховое возмещение: количество хозяйств / на сумму	шт./тыс. руб.	18/9147,54	—	9/2025,534	нет данных
11	Фактически выплаченное сельскохозяйственным товаропроизводителем страховое возмещение: количество хозяйств/сумма	шт./тыс. руб.	18/9147,54	—	9/2025,534	нет данных
12	Количество страховых организаций	шт.	1	3	3	3



В предлагаемой системе страхования предусматривается государственная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей в части страхования посевов сельскохозяйственных культур с учетом оценки пахотных земель по степени риска землепользования.

В качестве риска землепользования принято отношение среднегодовой площади гибели посевов сельскохозяйственных культур от всех видов опасных природных явлений за годы, в которые объявлялись чрезвычайные ситуации, к их среднегодовой посевной площади за учитываемый период.

На основании плана посевов сельскохозяйственных культур, оценки пахотных земель Смоленской области по степени риска составлена структура посевных площадей. При этом были приняты допущения, что все культуры размещаются по всем зонам риска пропорционально удельному весу площади зон риска в общей пашне. Исходя из структуры посевных площадей области на 2006 г., средней урожайности за последние пять лет, определены физические объемы сельскохозяйственной продукции в денежном выражении по всем зонам риска. Стоимостная оценка урожая кормовых культур проводилась через стоимость овса. Для этого физические объемы урожая кормовых культур переводились в кормовые единицы.

В соответствии с «Положением о ведомственном сельскохозяйственном страховании» степень ответственности принята в размере 70% от стоимости продукции (страховой стоимости). С учетом этого определены страховые суммы по посевам сельскохозяйственных культур [1].

Для расчета ставок страховых платежей по зонам риска были приняты за основу ставки для расчета субсидий, предоставляемых в 2006 г. сельскохозяйственным товаропроизводителям, крестьянским (фермерским) хозяйствам при страховании урожая сельскохозяйственных культур для Смоленской области (в % от страховой суммы), утвержденные Приказом Минсельхоза России от 22 марта 2006 г. № 83 «Об утверждении порядка предоставления в 2006 г. субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на компенсацию части затрат по страхованию урожая сельскохозяйственных культур».

Ставки для определения размера страховой премии (страхового взноса), подлежащего субсидированию в 2006 г. сельскохозяйственным товаропроизводителям, крестьянским (фермерским) хозяйствам при страховании урожая сельскохозяйственных культур (для Смоленской области из приказа Минсельхоза России № 83), представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Ставки определения размера страховой премии**  
(в процентах от страховой суммы)

Сельскохозяйственные культуры					
Озимые зерновые	Яровые зерновые и зернобобовые	Лен-долгунец	Овощи	Картофель	Масличные
6,69	7,64	10	—	—	9,7

В представленной таблице не учтены другие широко культивируемые на территории области сельскохозяйственные культуры, а установленные ставки не учи-

тывают риск землепользования. Поэтому предлагаются ставки страховых платежей рассчитанные с учетом степени риска, взвешенного на удельный вес площади данного риска по формуле:

$$T_{ij} = T_i \cdot P_j / S_j,$$

где  $T_{ij}$  — ставка страхового платежа  $i$  сельхозкультуры в  $j$  зоне риска;

$S_j$  — удельный вес  $j$  риска в общей площади пашни;

$T_i$  — ставка страховой премии по  $i$  сельхозкультуре;

$P_j$  — коэффициент риска (условное название) в  $j$  зоне риска.

Коэффициент риска ( $P_j$ ) пропорционален количеству случаев гибели посевов за 10 лет и составляет соответственно зонам риска по степени убывания в 9; 6; 3,5; 1,5 и 1.

Таблица 3

**Примерные ставки страховых премий (взносов)  
по страхованию урожая сельскохозяйственных культур**  
(в процентах к стоимости урожая)

Сельскохозяйственные культуры					
Озимые зерновые	Яровые зерновые и зернобобовые	Лен-долгунец	Овощи	Картофель	Кормовые культуры
8	8	10	7,5	10	8

Рассчитанные таким способом ставки страховых платежей ориентировочны и служат, главным образом, для оценки объемов страховых платежей.

Расчеты страховых платежей при различных степенях риска землепользования приведены в таблицах 4—7.

Таблица 4

**Расчет страховых платежей при повышенной степени риска  
(5—7 лет из 10 лет)**

Наименование культур	Площадь, га	Урожай жайность (в весе после доработки), ц/га	Валовой сбор в тыс. тонн (тыс. кормовых единиц)	Цена единицы продукции, руб. за 1 тонну	Стоимость продукции, тыс. руб.	Процент ответственности	Страховая сумма, тыс. руб.	Ставка страховых платежей с учетом степени риска, %	Исчислено страховых платежей, тыс. руб.
1. Озимые зерновые культуры	1 896	12,6	2 389,0	2,6	6 211,4	70	4 348,0	26,4	1 147,9
2. Яровые зерновые и зернобобовые культуры	4 937	13,6	6 714,3	2,6	17 457,2	70	12 220,0	26,4	3 226,1

Система имущественного сельскохозяйственного страхования рисков предусматривает ведомственное страхование, т.е. с государственной поддержкой, и добровольное страхование. Страхование с государственной поддержкой распространяется на посевы зерновых и зернобобовых культур для всех рисков, добровольное страхование распространяется на все сельскохозяйственные культуры кроме зерновых и зернобобовых независимо от риска, а также на животных и основные средства.

Таблица 5

**Расчет страховых платежей при средней степени риска  
(3—4 лет из 10 лет)**

Наименование культур	Площадь, га	Урожайность (в весе после доработки), ц/га	Валовой сбор в тыс. тонн (тыс. кормовых единиц)	Цена единицы продукции, руб. за 1 тонну	Стоимость продукции, тыс. руб.	Процент ответственности	Страховая сумма, млн. руб.	Ставка страховых платежей с учетом степени риска, %	Исчислено страховых платежей, млн. руб.
1. Озимые зерновые культуры	4 062	12,6	5 118,1	2,6	13 306,8	70	9 314,75	15,4	1 434,47
2. Яровые зерновые и зернобобовые культуры	10 579	13,6	14 387,4	2,6	37 407,2	70	26 185,0	15,4	4 032,49
3. Лен-долгунец: волокно	1 421	9,2	1 307,3	7,8	10 196,9	70	7 137,83	19,2	1 370,46
семена	1 373	1,6	219,7	7,7	1 691,7		1 184,19		
4. Картофель	72,7	105,8	761,8	6,0	4 570,8	70	3 199,56	19,2	614,31
5. Овощи	36,8	135,1	497,2	18,7	9 297,6	70	6 508,32	14,4	937,19
6. Кормовые культуры	58 218	—	61,6	2,7	166,3	70	116,41	15,4	17,92
Итого:	75 761,8	—	—	-	76 637,3	70	53 646,1	—	8639,21

Таблица 6

**Расчет страховых платежей при слабой степени риска (1—2 лет из 10 лет)**

Наименование культур	Площадь, га	Урожайность (в весе после доработки), ц/га	Валовой сбор в тыс. тонн (тыс. кормовых единиц)	Цена единицы продукции, тыс. руб. за 1 тонну	Стоимость продукции, тыс. руб.	Процент ответственности	Страховая сумма, млн. руб.	Ставка страховых платежей с учетом степени риска, %	Исчислено страховых платежей, млн. руб.
1. Озимые зерновые культуры	7 041	12,6	8 871,7	2,6	23 066,4	70	16 147	6,6	1 066
2. Яровые зерновые и зернобобовые культуры	18 338	13,6	24 939,7	2,6	64 843,2	70	45 390	6,6	2 996
3. Лен-долгунец: волокно,	2 464	9,2	2 266,9	7,8	17 681,8	70	12 377	8,2	1 015
семена	2380	1,6	380,8	7,7	2 932,2		2 053		
4. Картофель	124,8	105,8	1 320,4	6,0	7 922,4	70	5 545	8,2	455
5. Овощи	63,7	135,1	860,6	18,7	16 093,2	70	11 265	6,2	69 845
6. Кормовые культуры	100 910	—	106,7	2,7	288,1	70	202	6,6	13
Итого:	131 322	—	—	—	132 827	70	92979	—	75 558

**Расчет страховых платежей, исходя из степени риска землепользования  
(гибели нет)**

Наименование культур	Площадь, га	Урожайность (в весе после доработки), ц/га	Валовой сбор в тыс. тонн (тыс. кормовых единиц)	Цена единицы продукции, тыс. руб. за 1 тонну	Стоимость продукции, тыс. руб.	Процент ответственности	Страховая сумма, млн руб.	Ставка страховых платежей с учетом степени риска, %	Исчислено страховых платежей, млн руб.
1. Озимые зерновые культуры	12 998	12,6	16 377	2,6	42 582	70	29 807	4,4	1 312
2. Яровые зерновые и зернобобовые культуры	33 854	13,6	46 041	2,6	119 707	70	83 794	4,4	3 687
3. Лен-долгунец: волокно,	4 548	9,2	4 184,2	7,8	32 636,8	70	22 846	5,5	1 257
семена	4 394	1,6	703,0	7,7	5 413,1		3 789		208
4. Картофель	230,4	105,8	2 437,6	6,0	14 625,6	70	10 238	5,5	563
5. Овощи	117,6	135,1	1 588,8	18,7	29 710,6	70	20 798	4,1	85 272
6. Кормовые культуры	174 653	—	197	2,7	531,9	70	372	4,4	16
Итого:	230 795	—	—	—	245 206	70	171 644	—	92 315

Под ведомственным страхованием понимается такой вид страхования, когда разработка нормативной базы, методов проведения сельскохозяйственного страхования, заключение генеральных соглашений со страховыми компаниями, организация и контроль использования бюджетных средств, выделяемых на поддержку сельскохозяйственного страхования, осуществляют ведомственные структуры органов управления сельским хозяйством субъектов Российской Федерации [4].

Оптимальное решение задачи упреждения возможных последствий стихийных бедствий и организация использования природных ресурсов с выполнением критериальных требований рекомендуется для реализации в Смоленской области путем разработки и внедрения научно-обоснованных систем сельскохозяйственного производства в хозяйствах всех форм собственности. Одной из их составных частей должна быть система адаптивного земледелия, включающая взаимосвязанные блоки:

- комплексная система мелиорации земель, ориентированная на освоение угодий в целях коренного их улучшения;
- научно-обоснованный выбор структур посевных площадей и адаптированных севооборотов;
- рациональное использование естественных и улучшенных кормовых угодий;
- энергосберегающие технологии;

— экономика и организация сельскохозяйственного производства с учетом многоукладности;

— прогнозирование экологической и экономической ситуации и др.

Разработка комплекса мероприятий по защите сельскохозяйственного производства Смоленской области от рисков чрезвычайных ситуаций и минимизации их последствий.

По итогам оценки риска землепользования разработаны мероприятия по защите от тех опасностей, которые наиболее часто имеют место на защищаемых территориях и наносят наибольший ущерб сельскохозяйственному производству Смоленской области. Для устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в Смоленской области разработана и предлагается система земледелия, включающая комплекс взаимосвязанных организационных, агротехнических, мелиоративных, технических и других мероприятий [5].

**Мероприятия по защите пахотных земель,  
подверженных высокому риску землепользования  
(гибель посевов 8—10 лет за 10 лет)**

Поля и участки высокого риска землепользования (гибель посевов 8—10 лет) рекомендуется вывести из состава севооборотов в соответствии с разработанными картосхемами рисков землепользования.

Таблица 8

**Площади посевов многолетних трав  
на пашне с высоким риском землепользования, га  
(гибель 8—10 лет из 10 лет)**

Название районов	Площади залужения, всего, га	В том числе по годам				
		2006	2007	2008	2009	2010
Велижский	534	260	274			
Вяземский	454	200	254			
Гагаринский	954	300	300	300	354	
Глинковский	195	195				
Демидовский	672	200	200	272		
Дорогобужский	3 428	600	700	700	700	728
Духовщинский	1 801	350	450	500	501	
Ельнинский	163	163				
Ершичский	154	154				
Кардымовский	303	150	153			
Краснинский	3 579	700	700	700	700	779
Монастырщинский	1 833	400	400	400	433	
Новодугинский	—					
Починковский	1 549	350	400	450	349	
Рославльский	3 483	700	700	700	700	683
Руднянский	—					
Сафоновский	911	300	300	311		
смоленский	1 591	400	400	400	391	
Сычевский	650	300	350			
Темкинский	1 490	400	400	400	290	
Угранский	—					
Хиславичский	347	150	197			
Холм-Жирковский	330	150	180			
Шумячский	4 067	800	800	800	800	867
Ярцевский	1 108	350	350	408		
Итого	29 594	7 572	7 107	6 341	5 219	3 056

Как видно из таблицы 8, на выделенных полях и участках площадью 29,5 тыс. га предусмотрено залужение пашни в течение пяти лет с дальнейшим использованием этих земель под сенокосы и выпас.

Выведение из севооборотов полей с высоким риском землепользования требует пересмотра севооборотов и структуры посевных площадей. Для залужения полей с высоким риском землепользования необходимо провести следующие работы: известкование, подготовку почв, внесение удобрений, создание запаса семян для подсева и посева многолетних трав, подбор сортов культур трав, устойчивых к избыточному увлажнению, применять меры борьбы с болезнями, вредителями растений и сорняками.

Рекомендуется применение специальных приемов при обработке пашни (узкозагонная пахота, пахота поперек склона) в целях отвода воды при избыточном увлажнении, а также нарезка водоотводящих путей под не эрозионно опасными уклонами (например по диагонали) или с помощью других гидротехнических сооружений с добавлением многорядных (6—8-рядной через 100—120 метров) лесополос с направлением посадки с учетом рельефа местности.

Основными направлениями в работе должны быть противоэрозионное землеустройство, переход от контурно-мелиоративного к ландшафтному земледелию, сочетая агротехнику, лесо- и гидромелиорацию.

Другим направлением может быть внедрение в почвозащитных севооборотах сортов, обладающих высокой продуктивностью и экологической устойчивостью в условиях эрозионно-опасного ландшафта, приспособленных к сложным условиям склона. Это вызвано тем, что снижение почвенного плодородия невозможно компенсировать за счет внесения высоких доз минеральных удобрений. На эродированных почвах сужается выбор культивируемых видов растений, в том числе и культур, обладающих большим потенциалом общей экологической устойчивости.

Однако небольшое число культур обладает широкой амплитудой приспособленности к окружающим почвенно-климатическим условиям. К таким культурам в частности, относится пшеница, которая характеризуется широким ареалом распространения и, кроме этого, является хорошей покровной культурой. В структуре почвозащитных севооборотов ее доля составляет 25%. Ячменю также принадлежит не последняя роль в возделывании его на склонах.

Поэтому повышение эффективности использования смытых почв в адаптивно-ландшафтном земледелии должно строиться не на эксплуатации почвенного плодородия, а на внедрении в почвозащитные севообороты сортов, приспособленных к сложным условиям склона и отзывчивых на минеральные удобрения в условиях склона.

**Мероприятия по защите пахотных земель,  
подверженных повышенному риску землепользования  
(гибель посевов 5—7 лет за 10 лет)**

В условиях Нечерноземной зоны, к которой относится и Смоленская область, деградация биогеоценозов часто проявляется в виде заболачивания и вызывается порой не столько интенсивной эксплуатацией фитоценозов, сколько недоиспользо-

ванием его энергетических возможностей. Например, прекращение скашивания травостоев, особенно в условиях поймы и хорошего обеспечения их влагой, а также минеральными веществами, ведет к быстрому накоплению растительных остатков в верхнем слое, плохому их разложению, деградации травянистой растительности и замене ее болотными видами и кустарниками. В данном случае имеет место тенденция к выводу веществ из малого биогеохимического цикла в геологический. Таким образом, для поддержания биогеоценоза на определенном энергетическом уровне необходимо обеспечить своеобразное равновесие и в определенной степени замкнутость биогеохимического цикла в данном биогеоценозе.

Рекомендуются следующие мероприятия:

— выведение в отдельных случаях из севооборотов полей повышенного риска землепользования;

— эродированные земли с крутизной склонов более 5 градусов и со сложным рельефом использовать для длительного залужения бобово-злаковыми травосмесями или переводить в сенокосы и пастбища;

— страхование с государственной поддержкой посевов на пашне с повышенным риском землепользования (при гибели посевов 5—7 лет из 10 лет), при этом страхованию подлежит урожай культур или произведенные на посев затраты, которые имеют документальное подтверждение;

— ограничение размещения озимых культур на участках (полях) повышенного риска землепользования, что позволит снизить риск и возможный ущерб;

— пересев озимых яровыми зерновыми и кормовыми культурами. Расчетные площади гибели озимых культур и площади их пересева яровыми культурами представлены в табл. 9.

Таблица 9

**Площади пересева погибших озимых культур  
на пашне повышенного риска землепользования, га  
(гибель 5—7 лет из 10 лет)**

Название районов	Площадь повышенного риска по районам, га	Площадь посева озимых на территории повышенного риска, га	Пересев погибших озимых, га		
			ячменем	однолетними травами	под паром
Велижский	933,6	94	66	19	9
Вяземский	1 813,9	180	126	36	18
Гагаринский	6 203,7	620	434	124	62
Глинковский	1 172,6	117	82	23	3
Демидовский	895,6	90	63	18	9
Дорогобужский	1 999,4	200	140	40	20
Духовщинский	1 200,4	120	84	24	12
Ельнинский	2 287,2	230	161	46	23
Ершичский	153,6	15	11	3	1
Кардымовский	1 060,7	106	74	21	11
Краснинский	2 236,6	224	157	45	22
Монастырщинский	2 291,3	230	161	46	23
Новодугинский	1 229,0	123	86	25	12
Починковский	4 131,4	413	289	83	41
Рославльский	8 358,0	836	585	167	84
Руднянский	1 411,8	141	99	28	14
Сафоновский	3 644,8	365	256	73	36

Окончание таблицы 9

Название районов	Площадь по- вышенного риска по рай- онам, га	Площадь посева озимых на терри- тории повышенно- го риска, га	Пересев погибших озимых, га		
			ячме- нем	однолетни- ми травами	под паром
Смоленский	2 651,5	265	186	53	26
Сычевский	2 922,8	292	204	58	30
Темкинский	1 738,8	174	122	35	17
Угранский	957,5	96	67	19	10
Хиславичский	2 080,8	208	146	42	20
Холм-Жирковский	4 295,3	430	301	86	43
Шумячский	2 847,1	285	200	57	28
Ярцевский	1 938,8	194	136	39	19
Итого	60 456,1	6 048	4 234	1 210	604

Из таблицы 9 следует, что при пересеве озимых принято соотношение площадей по культурам: под яровой ячмень — 70%, что составит 4234 га; под кормовые — 20%, что составит 1210 га; под пар — 10%, что составит 604 га.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Плюшиков В.Г., Базонов В.Н. Методическое рекомендации по разработке проектов государственных программ защиты сельскохозяйственного производства от чрезвычайных ситуаций. М.: МСХП РФ, 1997.
- [2] Ковалев В.В. Оценка рисков стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций в агропромышленном комплексе Смоленской области и мероприятия по их учреждению: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2007.
- [3] Покровский С.Г. Методы изучения пространственно временных особенностей природопользования. М.: Изд-во Московский университет, 1993.
- [4] Понько В.А. Система экопрогноз. Новосибирская СО РАСХН, 1996.
- [5] Якушев В.П., Белоносов А.В., Ломохин Р.С. Экспертная система поддержки агротехнических решений при программировании урожая // Вестник сельскохозяйственной науки. 1987. № 4.

## INSURANCE OF AGRICULTURAL CROPS ACCOUNTING THE RISKS FROM EMERGENCY SITUATIONS (on the example of Smolensk region, Russia)

V.G. Piyushchikov<sup>1</sup>, A.A. Kurganov<sup>2</sup>, V.V. Kovalev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department technosphere safety

<sup>2</sup>Department of agroengineering

Peoples' Friendship University of Russia

Miklucho-Maklay str., 8/9, Moscow, Russia, 117198

The article consider system of agricultural crops insurance taking into account the risks from emergency situations in the direction of a differentiated approach to defining insurance tariffs depending on the level of production riskiness. Damage reduction in agricultural production has been successfully implemented across the insurance industry, where the spatial and sectoral differentiation in insurance rates enables early



and efficient distribution of insurance amounts to the prevention of damage. Differentiation in insurance rates depending on the risk of land use gives the chance to agricultural producers to increase significantly the volumes of insurance risks, and the insurance company to perform reinsurance activities aimed at forestalling a possible emergency situation.

**Key words:** Risk, emergency, insurance, insurance rates, economic success, temporal and spatial differentiation in insurance rates, insurance value, sum insured, insurance indemnity, insurance, agribusiness, government support.

## REFERENCES

- [1] Plushikov V.G., Bazonov V.N. Methodical recommendations about project development of state programs of protection of agricultural production from emergencies. M., MFA of the Russian Federation, 1997.
- [2] Kovalev V.V. Estimation of risks of natural disasters and emergency situations in the agro-industrial complex of the Smolensk region and the measures for their establishment. The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of biological Sciences. M., 2007.
- [3] Pokrovsky S.G. Methods for the study of spatial-temporal peculiarities of environmental management. M-in Moscow University, 1993.
- [4] Ponko V.A. System ecoprogress. Novosibirsk, SB RAAS, 1996.
- [5] Yakushev V.P., Belonosov A.V., Lamkin S.R. Expert system support agronomic decisions when programming the harvest. *Journal of agricultural science*. 1987. No. 4.

# БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПОЛУЧЕНИЯ НАТУРАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

М.С. Гинс<sup>1,3</sup>, Е.К. Платонова<sup>2</sup>,  
С.Ю. Платонова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Агробиотехнологический департамент  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

<sup>2</sup>Кафедра иностранных языков  
Аграрно-технологический институт  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

<sup>3</sup>ФГБНУ ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур  
*ул. Селекционная, 14, поселок ВНИИССОК, Одинцовский район,  
Московская область, Россия, 143080*

Исследованы физико-химические свойства и суммарная антиокислительная активность натуральных пищевых красителей из свеклы столовой, черной смородины и амаранта. Проведен сравнительный анализ по антиокислительной активности перспективной культуры для получения натурального красителя — опунции инжирной (*Opuntia ficus indica* L.), используемой в странах Африки, Азии, Латинской Америки, которая может быть интродуцирована в засушливые районы России, включая Республику Крым.

**Ключевые слова:** натуральные пищевые красители, амарант, свекла столовая, черная смородина, антиокислительная активность, пигмент амарантин, фенольные соединения, опунция инжирная.

В современном мире большим спросом пользуются продукты, полученные с применением биобезопасных, экологичных технологий. При этом большое внимание уделяется внешнему виду продукта, который может окрашиваться без использования химических добавок и синтетических красителей.

Важным показателем качества пищевой продукции является антиокислительная активность, показывающая содержание антиоксидантов в пищевых продуктах, напитках, БАДах, которое, как правило, неизвестно. Поэтому измерение и контроль содержания антиоксидантов — актуальная аналитическая задача, имеющая

социально-здоровоохранительное значение. Для оценки антиокислительной активности используются различные тест-системы, например DPPH, FRAP, амперометрический метод определения суммарной антиокислительной активности [1; 5].

Одной из важных промышленных целей выращивания опунции инжирной (лат. *Opuntia ficus-indica* L.) в Марокко является получение натурального красителя.

Плод этого кактуса имеет особую питательную ценность благодаря тому, что он богат содержанием аскорбиновой кислоты, беталаиновых пигментов, фенольных соединений, минеральных солей, восстановителей сахаров. Сок, полученный из плодов, содержит от 0,22 до 0,25% индиоксантина и бетанина 0,027% (оранжево-желтые плоды) до 0,3% (пурпурный плод). Высокое содержание витамина С (40 мг/% в экстрактах) наблюдается в соцветиях [6]. В настоящее время кактус опунция инжирная произрастает на Филиппинских островах, в регионе Средиземноморья, а именно во Франции, Португалии, Италии; Тунисе, Эфиопии, Алжире, в Индии и Чили, на Мадагаскаре, активно используется в засушливых регионах [8]. Также из паразитирующих на ней организмов получают карминовый краситель.

**Цель работы.** Изучение суммарной антиокислительной активности беталаиновых пигментов в листьях амаранта Валентина и Дон Педро, корнеплодах столовой свеклы сорта Бордо 237. Сравнение содержания антиоксидантов различного состава по методике с использованием дифенилпикрилгидразида: антоциановых пигментов черной смородины, бетацианинов в плодах Опунции инжирной, рассмотренной также в качестве нового источника для получения натурального красителя.

**Объектами исследований** являлись экстракты из краснолистных форм амаранта (*Amaranthus* L.) сорт Валентина и Дон Педро, корнеплодов свеклы столовой (*Béta vulgaris*), экстракты, содержащие антоциановые пигменты из ягод ежевики и черной смородины.

Красно-фиолетовый алкалоид бетацианин, выделенный из краснолистных сортов амаранта Валентина и Дон Педро, получил название амарантина (рис. 1).

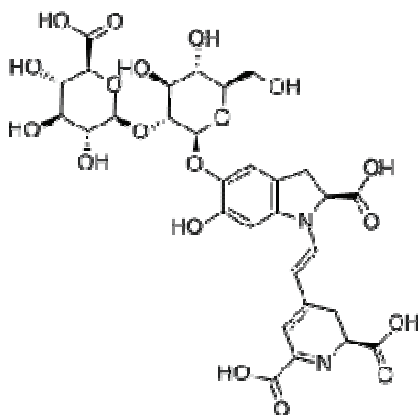


Рис. 1. Строение натурального красящего пигмента — алкалоида амарантина [4]

Свекольный красный бетанин (Beetroot Red, Betanin, E162), выделенный из столовой свеклы сорта Бордо 237 — красный краситель и пищевая добавка [3]. Пигмент свеклы столовой — бетанин и пигмент амаранта — амарантин имеют сходное строение.

Антоциановые красители (E-163) (энорасители, антоцианины) получают из кожицы винограда темных сортов, черной смородины, черной бузины, вишни, ежевики, черники, черноплодной рябины, сорго, шиповника и т.д. Бетацианины являются исключительно растительными пигментами — антиоксидантами и сходны с антоцианами по окраске [1; 3].

В некоторых странах тропиков для получения натуральных пищевых красителей кроме амаранта используются нетрадиционные растения, как например, опунция инжирная. В качестве объектов исследований были рассмотрены два пигмента в плодах опунции: желтый пигмент — индиоксантин, а другой — красно-фиолетовый — бетанин [6; 8].

**Материал и методы исследований.** Опыт проводился в 2014—2015 гг. на опытных полях и в лаборатории физиологии и биохимии растений ВНИИ селекции и семеноводства (Одинцовский р-н Московской области). В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения, учет морфологических признаков, изучение биохимического состава вегетативной массы.

Содержание бетацианинов (в экстрактах из листьев амаранта, корнеплодов свеклы столовой) определяли по величине оптического поглощения на спектрофотометре, и выделение экстрактов проводили по методике определения содержания бетанина [4]. Исследования массовой доли антиоксидантов на измерительном комплексе «ЦветЯуза-01-АА», разработанном в ОАО НПО «Химвавтоматика». Содержание аскорбиновой кислоты — по методике Сапожникова и Дорофеевой [5].

Проведен сравнительный анализ интенсивности окрашивания бетацианинов в водных экстрактах из амаранта с экстрактами из корнеплодов столовой свеклы Бордо 237. Для опыта брали навеску 2 г сухих листьев амаранта сортов Валентина и Дон Педро, экстрагировали 20 мл 40% водно-спиртовым раствором. Во втором варианте экстракцию проводили 1% HCl + щавелевой кислотой. Корнеплоды столовой свеклы Бордо 237 для получения таких же экстрактов брали различные по массе. В сохранившихся экстрактах через месяц измеряли оптическое поглощение на спектрофотометре.

Плоды опунции инжирной желто-оранжевого и пурпурных оттенков, собранные в августе 2013 г. в регионе Шавия-Уардига (одна из шестнадцати областей Марокко), были вымыты и очищены [7]. Полученная мякоть была гомогенизирована, затем отфильтрована через сито для того, чтобы отделить семена и получить растительный экстракт.

Антирадикальная активность сложных экстрактов была оценена спектрофотометрическим методом в условиях *in vitro* с помощью DPPH теста с использованием DPPH радикала (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила) [6]. Для этого объемы экстрактов различного состава из плодов растений были инкубированы в растворе

метанола (40 мкг/мл), 0,1 М буферного раствора, значение рН которого = 5,5. Коэффициент поглощения измеряли на длине волны  $\lambda = 518$  нм через некоторые промежутки времени [8].

**Результаты исследований.** Самыми стойкими экстрактами, полученными из сухих листьев из амаранта, были Дон Педро в 1% HCl, амаранта Валентина в спирте и в 1% HCl, сухих листьев из амаранта в спирте. При первичном сравнении содержания выделенных пигментов в листьях сортов амаранта было выявлено, что количество амарантина в сорте Дон Педро превышало его содержание в 2,5 раза по сравнению с сортом Валентина (табл. 1). Поэтому, для получения большего количества амарантина также может использоваться сорт Дон Педро. Суммарное содержание антиоксидантов в сорте Валентина было выше (МДА = 1,5 мг/г), чем у сорта Дон Педро (МДА = 0,74 мг/г) [4; 5].

Таблица 1

**Содержание аскорбиновой кислоты, антиоксидантов и пигментов изучаемых культур**

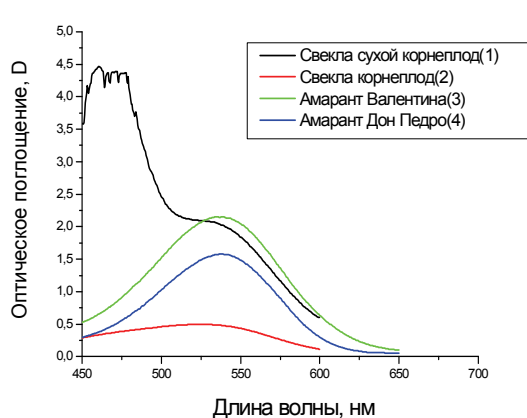
Объект	Орган	Аскорбиновая кислота, мг/%	Бетацанины, мг/100 г	Антиоксиданты, мг/г
Амарант Дон Педро	листья	126,72	163,14	0,74
Амарант Валентина	листья	132,56	64,45	1,52

На следующих двух графиках представлено содержание бетацанинов, определяемое величиной оптического поглощения в экстрактах из корнеплодов столовой свеклы сорт Бордо 237, листьев амаранта сортов Валентина и Дон Педро. Графики отражают результаты по устойчивости экстрактов после хранения при  $t 4^{\circ}\text{C}$  в течении месяца [4].

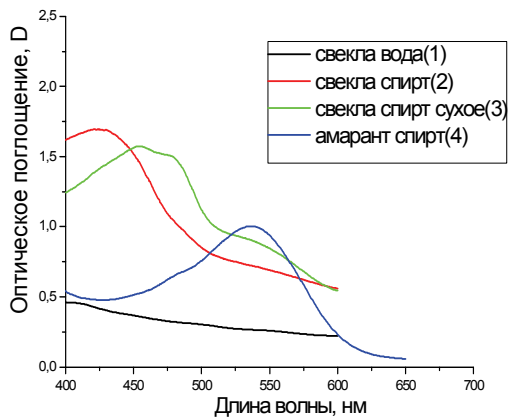
При сравнении содержания выделенных пигментов экстрактов в 1% HCl кислоте по устойчивости лидировал амарант сорт Валентина, а также высокие значения величины оптического поглощения при  $\lambda = 540$  нм были отмечены у экстракта из сухого корнеплода свеклы столовой (рис. 2).

Водно-спиртовые экстракты из листьев амаранта после хранения в течение месяца при  $4^{\circ}\text{C}$  имели четко выраженный пик при  $\lambda = 540$  нм в отличие от таких у свеклы столовой (рис. 3). При сравнении водно-спиртовых и кислотных экстрактов между собой (рис. 2 и рис. 3) важно отметить, что значения были больше в первом графике в кислотных экстрактах при более кислом рН. Водно-спиртовой экстракт из листьев амаранта сорта Валентина был устойчивее при хранении в течении месяца и более при температуре  $+4^{\circ}\text{C}$  по сравнению с выделенным красным пигментом бетанином из свеклы столовой.

Таким образом, были отобраны различные экстракты из растений, выращиваемых в Нечерноземной зоне РФ, таких как амарант, сорт Валентина и Дон Педро, корнеплодов свеклы столовой сорта Бордо 237. Полученные растительные экстракты использовались в технологии создания натурального пищевого красно-фиолетового красителя [4].



**Рис. 2.** Устойчивость выделенных кислотных экстрактов



**Рис. 3.** Устойчивость выделенных водно-спиртовых экстрактов

**Антиокислительная активность беталаиновых пигментов, полученных из плодов опунции инжирной (*Opuntia ficus indica* L.)**

После получения экстракта из опунции инжирной и проведения биохимического анализа французскими исследователями результаты содержания пигментов, фенольных соединений и аскорбиновой кислоты двух изучаемых образцов занесли в табл. 2.

Таблица 2

**Содержание аскорбиновой кислоты, фенольных соединений и беталаиновых пигментов в экстрактах изучаемых плодов**

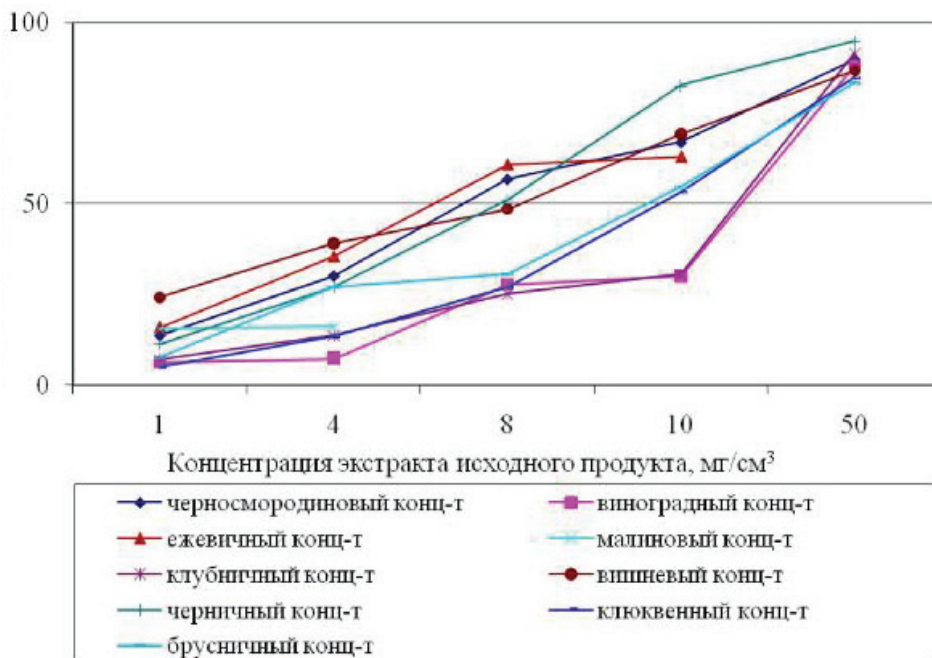
	Экстракт из желто-оранжевых плодов, мг/ %	Экстракт из пурпурных плодов, мг/ %
Аскорбиновая кислота	40 мг/ % ± 0,003	34 мг/ % ± 0,005
Фенольные соединения	20 мг/ % ± 0,001	28 мг/ % ± 0,001
Бетаксантин	245 мг/г ± 0,007	22 мг/г ± 0,001
Бетанин	27 мг/г ± 0,002	306 мг/г ± 0,002

Определение антиокислительной активности экстрактов, выделенных из различных плодов опунции инжирной, проводилось спектрофотометрическим методом с использованием спиртового раствора радикала DPPH [8]. Выделенный экстракт из плодов опунции инжирной содержал большое количество витамина С, фенольных соединений и беталаиновых пигментов. Экстракты, извлеченные из плодов пурпурного цвета, содержали большее количество аскорбиновой кислоты и антиоксидантов, чем экстракты из плодов желто-оранжевого цвета. Было отмечено, что значения суммарной антиокислительной активности значительно выше, чем показатели аскорбиновой кислоты, используемой в качестве контроля. Фенольные соединения имели антиокислительную активность в 1,2 раза выше, чем у Витамина С, а беталаиновые пигменты — в 1,5 раза [8]. Полученные результаты показывают, что из плодов опунции инжирной возможно получение экстрактов с высоким содержанием антиоксидантов.

**Антиокислительная активность экстрактов соков, выделенных из различных плодов содержащих пименты антоцианы.** В результате статических испытаний, проведенных учеными Самарского университета, применяли также DPPH тестирование с использованием DPPH радикала (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила). Измерения были проведены с интервалом в 30 мин, и построены кривые зависимости % ингибирования радикалов DPPH от концентрации исходного антиоксиданта. Обработка полученных данных проводилась спектрофотометрическим методом при концентрации раствора 38 моль,  $\lambda = 517$  нм. Повторность опытов трех- и пятикратная, обработку экспериментальных данных проводили методами математической статистики [2].

Несмотря на то, что все экстракты обладают ярким цветом, уровень антоцианов у них очень разный. Черничный и виноградный экстракты обладали наивысшими значениями, а для остальных концентратов этот показатель в 2—10 раз ниже. Экстракты ежевичный, черной смородины, черничный имеют наивысшую антиоксидантную активность (рис. 4).

Поглощение радикалов DPPH, %



**Рис. 4.** Данные по определению антиокислительной активности экстрактов, выделенных из различных плодов содержащих пименты антоцианы

**Заключение.** В работе были рассмотрены перспективные растительные источники для получения натуральных пищевых красителей с целью использования в пищевой промышленности. Получение амарантина из листьев краснолистного сорта Валентина селекции ВНИИССОК может найти применение в промышленной биотехнологии для создания универсального натурального пищевого красителя.

В настоящее время уже поучены устойчивые в хранении водно-спиртовые и кислотные экстракты из листьев растений амаранта сортов Валентина, Дон Педро; комбинированный пищевой краситель из амаранта Валентина, которые рекомендуются для создания универсального пищевого красителя, применимого в молочной и мясной промышленности [4]. При поддержке программы УМНИК «Фонда содействия развитию предприятий в научно-технической сфере» (полученного в рамках мероприятия «Московский молодежный старт 2015», договор о предоставлении гранта № 5941ГУ/2015 от 11 июня 2015 г.) был получен натуральный пищевой краситель из амаранта и выполнен НИР по теме «Разработка технологии нового натурального мясного продукта без использования синтетического красителя, сохраняющего свой естественный цвет и содержащего БАВ и антиоксиданты».

Результаты по определению антоцианов и антирадикальной способности выделенных экстрактов, полученных учеными Самарского университета, показали, что лидерами по показателям проведенного метода с применением DPPH радикала являются концентраты ежевичный, черной смородины, черничный, содержащие большое количество антоцианов [2].

В плодах опунции инжирной было обнаружено несколько функциональных соединений, обладающих антиокислительной активностью. По результатам оценки DPPH тестирования, проведенного французскими исследователями, фенольные соединения, флавоноиды и растительные пигменты выделенных экстрактов из плодов пурпурного цвета имели более высокие значения, чем у экстрактов, выделенных из плодов желто-оранжевой окраски [8]. Использование в пищевой промышленности нового нетрадиционного источника — опунции инжирной (*Opuntia ficus indica* L.) с целью выделения бетанина и получения красителя также имеет большие перспективы, поскольку этот вид также является источником функциональных соединений. Данная культура имеет перспективы для сельского хозяйства Крыма, так как является засухоустойчивой и обладает большим адаптационным потенциалом.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гинс В.К., Гинс М.С., Торрес Миньо К.Х., Пивоваров В.Ф., Кононков П.Ф. Функциональные продукты питания из семян и листьев амаранта. М.: ВНИИССОК, 2015.
- [2] Макарова Н.В., Зюзина А.В. Исследование антиоксидантной активности по методу DPPH полуфабрикатов производства // *Техника и технология пищевых производств*. 2011. № 3. С 30—35.
- [3] Пивоваров В.Ф., Гинс В.К., Гинс М.С., Кононков П.Ф., Бунин М.С. Овощи как продукт функционального питания. М., 2008.
- [4] Платонова С.Ю., Гинс М.С. Обзор технологии получения концентратов и биопродукции во Франции // *Сборник статей V Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов. «Инновационные процессы в АПК»* М., 2014. С. 60—62.
- [5] Yashin A.Ya., Nemzer B.V., Combet E., Yashin Ya.I. Determination of the Chemical Composition of Tea by Chromatographic Methods: A Review. (submitted) *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2012. P. 1—38.



- [6] Galati E.M., Mondello M.R., Giuffrida D., Dugo G., Miceli N., Pergolizzi et Taviano M.F. Chemical characterisation and biological effects of sillician *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Fruit juice: Antioxidant and antiulcerogenic activity. *J. Agric. Food Chem.*, 2011. P. 4903—4908.
- [7] Hensley K., Floyd R.A. *Methods in pharmacology and toxicology: methods in biological oxidative stress*. Totowa: Humana Press, 2003.
- [8] Maataoui B.S. et Hilali S. Composition physico-chimique de jus de deux types de fruits de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica*) cultivés au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology*. 2012. 3(2): P. 8—13.
- [9] Ozkan M. Degradation of various fruit juice anthothyanins by hydrogen peroxide / M. Ozkan, A. Yemenicioğlu, Cemeroglu // *Food Res. Int.* 2005. Vol. 38. № 8—9. P. 1015—1021.

## PERSPECTIVE SOURCES OF NATURAL DYES FROM VEGETATIVE RAW MATERIAL

**M.S. Gins<sup>1,3</sup>, E.K. Platonova<sup>2</sup>,  
S.Yu. Platonova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Agrobiotechnologies Department  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

<sup>2</sup>Department of foreign languages  
Institute of agro-technology  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

<sup>3</sup>All-Russian State Institute of breeding and seed production of vegetable crops  
*FGBNU VNISSOK, Selekcionaya str., 14,  
District of Odintsovo, Moscow region, Russia, 143080*

One of the growing industrial purposes Fig *Opuntia* (lat. *Opuntia ficus-indica* L.) in Morocco is a natural dye. The antioxidant activity of the juices of prickly pear fruits has been evaluated, in vitro, by DPPH\* test. A comparative analysis of the antioxidant activity of the culture: Peach prickly pear (*Opuntia ficus indica* L.), used in countries in Africa, Asia, Latin America, and which can be introduced in the arid regions of Russia, including the Republic of Crimea.

**Key words:** prickly pear, antioxidant activity, betanin, phenolic compounds.

### REFERENCES

- [1] Gins V.K., Gins M.S., Torres Minho C.J., Pivovarov V.F., Kononkov P.F. *Functional foods from the seeds and leaves of amaranth*. M.: Vniissok, 2015.
- [2] Makarova N.V., Zuzina A.B. Issledovanie antioksidantnoy aktivnosti po metodu DPPH polufabricatov proizvodstva. *Technique and technology of food production*. 2011. № 3. P. 30—35.
- [3] Pivovarov V.F., Gins V.K., Gins M.S., Kononkov P.F., Bunin M.C. *Vegetables as a functional food product*. M., 2008.
- [4] Platonova S.Yu., Gins M.S. *Technology of production of concentrates and byproducts in France. Innovative processes in agro-industrial complex*. Moscow, 2014. P. 60—62.

- [5] Yashin A.Ya., Nemzer B.V., Combet E., Yashin Ya.I. Determination of the Chemical Composition of Tea by Chromatographic Methods: A Review. (submitted) *Journal of Analytical Methods in Chemistry* 2012. P. 1—38.
- [6] Galati E.M., Mondello M.R., Giuffrida D., Dugo G., Miceli N., Pergolizzi et Taviano M.F. Chemical characterisation and biological effects of sillician *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Fruit juice: Antioxidant and antiulcerogenic activity. *J. Agric. Food Chem.* 2011. P. 4903—4908.
- [7] Hensley K., Floyd R.A. *Methods in pharmacology and toxicology: methods in biological oxidative stress*. Totowa: Humana Press, 2003.
- [8] Maataoui B.S. et Hilali S. Composition physico-chimique de jus de deux types de fruits de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica*) cultivés au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology*. 2012. 3(2): P. 8—13.
- [9] Ozkan M. Degradation of various fruit juice anthothyanins by hydrogen peroxide / M. Ozkan, A. Yemenicioğlu, Cemeroğlu. *Food Res. Int.* 2005. Vol. 38. № 8—9. P. 1015—1021.

# БОТАНИКА

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ КУПЕНЫ МНОГОЦВЕТКОВОЙ (*POLYGONATUM MULTIFLORUM* (L.) ALL.) В ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКОМ ПАРКЕ «БИТЦЕВСКИЙ ЛЕС»

И.И. Истомина, М.Е. Павлова,  
А.А. Терехин

Агробиотехнологический департамент  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

Авторами статьи проведено исследование структуры популяций *Polygonatum multiflorum* (L.) All., относящейся к охраняемым видам и включенным в Красную книгу Москвы и Московской области. Впервые на территории Москвы в Битцевском лесопарке выявлены и описаны стадии онтогенеза и возрастной состав ценопопуляции этого вида, изучены особенности возрастной структуры ценопопуляционных локусов. Установлено присутствие всех возрастных состояний в ценопопуляции, что свидетельствует о динамической устойчивости данного вида в изучаемом сообществе.

**Ключевые слова:** редкий вид, онтогенез, возрастное состояние, возрастная структура ценопопуляции, возрастной спектр, ценопопуляционный локус.

Природно-исторический парк «Битцевский лес», расположенный в пределах Теплостанской возвышенности, представляет собой уникальную природную территорию, включающую комплекс растительности, свойственной зоне широколиственных лесов. На его территории произрастает большое количество редких и охраняемых растений, к которым относится и купена многоцветковая — типичный представитель широколиственных липовых лесов.

Изучение структуры ценопопуляций охраняемых видов широколиственных фитоценозов Битцевского лесопарка представляет немалый интерес в связи с уже происходящим антропогенным прессом, который испытывают все представители флоры, но особенно виды с крупными соцветиями и привлекательными цветками, такими как у купены многоцветковой.

Исследования проводились с мая 2012 по август 2015 г. в природно-историческом парке «Битцевский лес».

Целью данной работы было изучение особенностей возрастной структуры ценопопуляции купены многоцветковой (*Polygonatum multiflorum* (L.) All.) как ви-

да, занесенного в Красную книгу Москвы и Московской области [1; 2]. В процессе исследования были выявлены, описаны и проанализированы отдельные этапы онтогенеза вышеназванного вида, а также в каждом популяционном локусе подсчитаны особи разных возрастных состояний и составлены возрастные спектры, как для каждого локуса в отдельности, так и для ценопопуляции в целом.

Купена многоцветковая относится к 3-й категории охраняемых видов, что означает уязвимый вид, т.е. вид, изначально малочисленный в природных условиях или обычный в соответствующих ему местообитаниях в слабо урбанизированных ландшафтах, численность которого в Москве под воздействием специфических факторов городской среды может существенно сократиться за короткий промежуток времени [1; 2].

Купена многоцветковая (*Polygonatum multiflorum* (L.) All.) — многолетнее травянистое растение высотой от 25 до 65 см, с вертикально-дуговидным голым, округлым в сечении стеблем и очередными продолговато-эллиптическими листьями, немного суженными у основания, с короткими черешками, сверху зелеными, снизу серовато-зеленоватыми, достигающими длины 10—11 см, ширины 4—5 см. Под землей располагаются горизонтальные, симподиально нарастающие корневища, толщиной до 10—15 мм. Цветет в мае-июне. В пазухах листьев на генеративных побегах расположены 3—5 беловатых цветка на коротких тонких цветоножках. Цветки неопушенные с простым, суженным над зевом околоцветником, кверху немного расширенным, с шестью зеленоватыми зубцами, плоды — синеватые ягоды [3; 4].

В Московской области купена многоцветковая встречается в хвойно-широколиственных лесах, в тенистых влажных местах на участках с большим количеством широколиственных пород, реже в осинниках и березняках.

В лесопарковой зоне Москвы этот вид обнаруживается редко, так как подвергается уничтожению из-за своих крупных декоративных побегов с красивыми цветками [5; 6].

Купена многоцветковая была найдена в Битцевском парке в нескольких местах, где произрастала отдельными небольшими ценопопуляционными локусами, возрастной состав которых был определен и проанализирован. Возрастные состояния купены многоцветковой выделялись по признакам, описанным для многолетних травянистых однодольных растений с подземным прорастанием: виды рода купена, ландыш майский, различные виды луков [7—9].

Расположение ценопопуляционных локусов купены на территории Битцевского парка является рассеянным, что можно объяснить заносом семян с помощью птиц и их случайным приживанием.

Во всех случаях купена многоцветковая встречается лишь в дубово-липовых фитоценозах Битцевского леса с небольшой примесью клена остролистного и березы белой и бородавчатой, в окружении широколиственных: сныти обыкновенной, копытня европейского, зеленчука желтого, осоки волосистой и др.

У всех купены многоцветковой, также как и у купены душистой, прорастание семян подземное [10; 11]. В течение первого вегетационного периода идет под-

земное развитие проростка, а над поверхностью земли первый лист появляется через год после начала прорастания, то есть без нарушения местообитания проростки выделить у купены практически невозможно, что затрудняет определение доли семенного размножения в популяциях купены.

На следующий год на поверхности почвы появляется побег с одним-двумя овально-эллиптическими листьями, длиной 5—7 см, шириной 1,5—3,5 см, что соответствует ювенильному этапу развития купены многоцветковой. Почка возобновления развивается в пазухе одного из чешуевидных листьев в основании материнского побега во время его весеннего роста. Рост молодого побега сначала идет под землей горизонтально, а к концу июля — началу августа терминальная почка принимает вертикальное положение.

На следующий год из этой почки вырастает побег высотой 15—25 см, с 3—5 листьями меньших, чем у взрослого растения, размеров. Это имматурный побег купены многоцветковой.

Весной, после зимнего периода покоя, почки возобновления выходят на поверхность почвы, и в течение мая вырастает надземный побег, близкий по морфологии к генеративному, только без цветков. Этот побег имеет 8—10 листьев взрослой структуры и достигает высоты 30—40 см (рис. 1).



**Рис. 1.** Виргинильная особь купены многоцветковой  
Фото авторов

Наступает виргинильный этап онтогенеза этого вида. На этом этапе купена многоцветковая может задержаться в зависимости от внешних условий до 10 лет. Одновременно с весенним ростом побега у основания его подземной вертикальной части формируется новая почка возобновления, повторяющая путь развития почки материнского побега.

При переходе в генеративное состояние, на 10—15-й год, в конце вегетационного периода в почке закладывается побег будущего года, включая соцветие и цветки. Этот побег достигает 40—50 см высоты, имеет 15—17 очередно расположенных листьев, в пазухах которых развивается небольшое количество цветков, что соответствует молодому генеративному состоянию купены (рис. 2).



**Рис. 2.** Генеративная особь купены многоцветковой

Фото авторов

К осени надземная часть побега отмирает, а сохраняется только подземная, от которой отходит почка возобновления и придаточные корни. Сохранившиеся подземные участки функционируют как органы накопления питательных веществ и отмирают лишь через 10—15 лет.

Каждый вновь образующийся побег купены представляет собой отдельный центр влияния на среду, но, так как корневища купены не очень длинные, то эти побеги располагаются недалеко от материнского, что позволяет отнести купену к неявнополицентрическим растениям [9].

Особенности возрастной структуры ценопопуляционных локусов купены многоцветковой были отражены в возрастных спектрах.

Практически во всех локусах преобладают взрослые генеративные особи. Очень слабо выражено семенное возобновление. Проростки встречаются только

в одном, наиболее многочисленном популяционном локусе, причем их численность определить трудно, но предположительно она очень мала, также как и численность ювенильных особей (рис. 3).

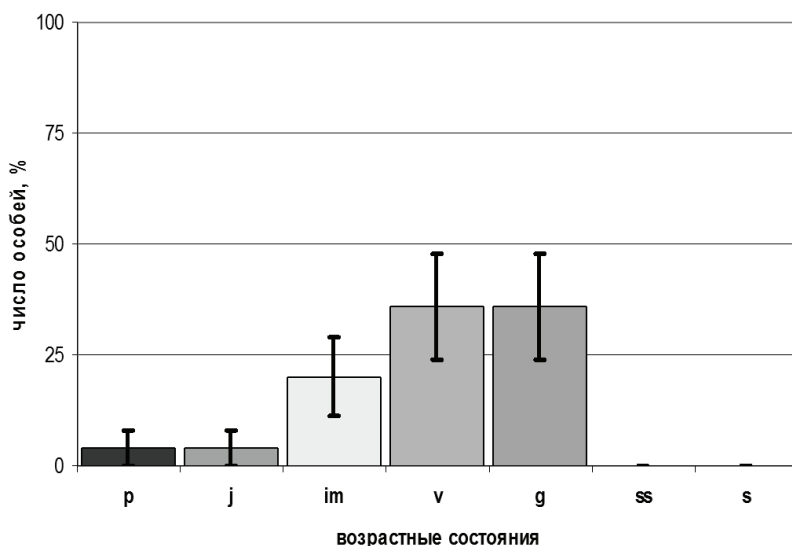


Рис. 3. Возрастной состав ценопопуляционного локуса купены многоцветковой на площадке № 1

Возрастная структура ценопопуляционного локуса, обнаруженного на пробной площадке № 2, близка к полночленной, в ней представлены практически все возрастные этапы купены (рис. 4).

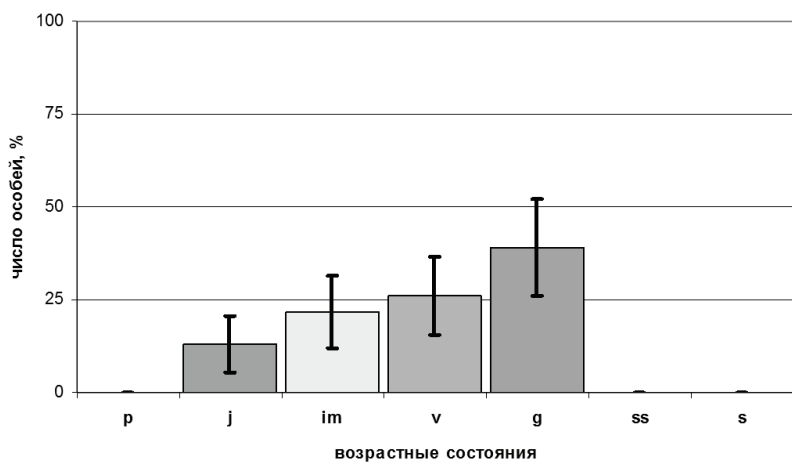
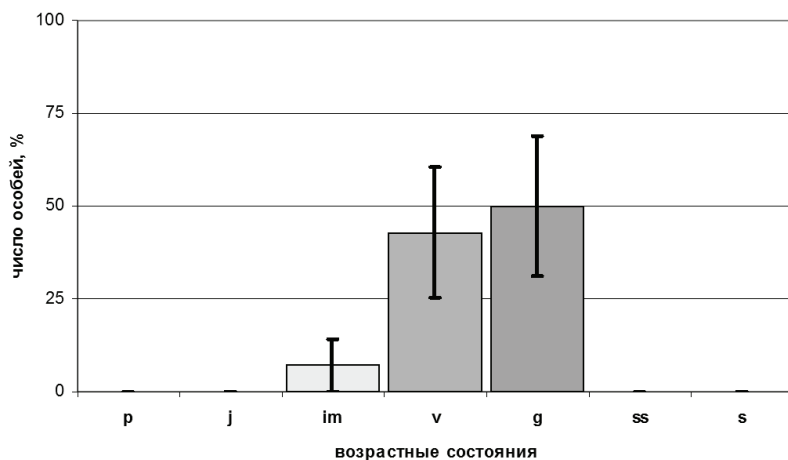
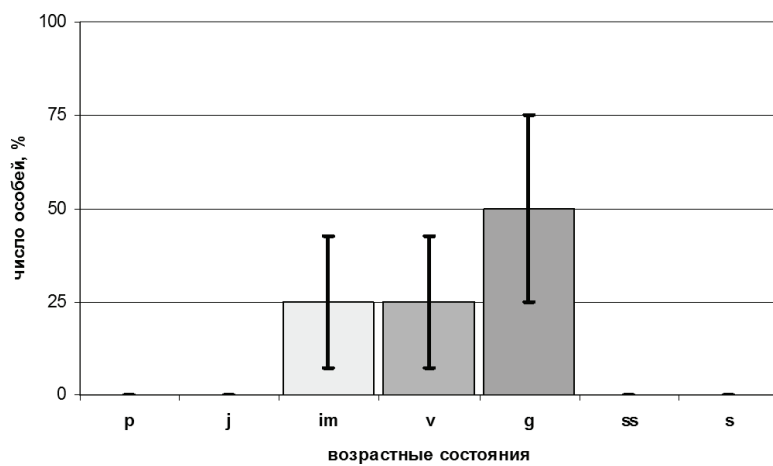


Рис. 4. Возрастной состав ценопопуляционного локуса купены многоцветковой на площадке № 2

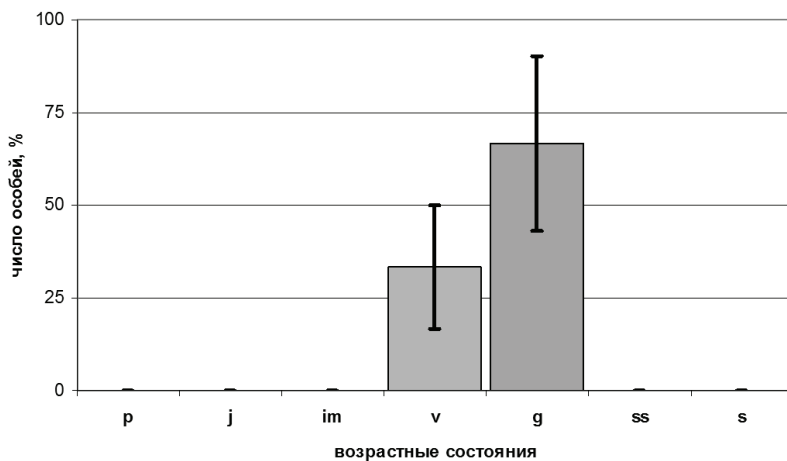
Возрастная структура остальных ценопопуляционных локусов купены многоцветковой является неполночленной и представлена в основном генеративными и виргинильными особями, с небольшой долей имматурных особей, что скорее всего связано с преобладанием вегетативного разрастания и размножения купены над семенным (рис. 5—7).



**Рис. 5.** Возрастной состав ценопопуляционного локуса купены многоцветковой на площадке № 3



**Рис. 6.** Возрастной состав ценопопуляционного локуса купены многоцветковой на площадке № 4



**Рис. 7.** Возрастной состав популяционного локуса купены многоцветковой на площадке № 5



Известно, что при вегетативном разрастании купена формирует особи с неглубоким уровнем омоложения, т.е. генеративная особь купены, разрастаясь, может сформировать либо виргинильную, либо (гораздо реже) имматурную особь.

В общем ценопопуляция купены многоцветковой в Битцевском лесопарке имеет полночленную структуру со сдвигом в сторону виргинильных и генеративных особей, что характерно для корнеищных многолетников с неявно полицентрической организацией клона (рис. 8).

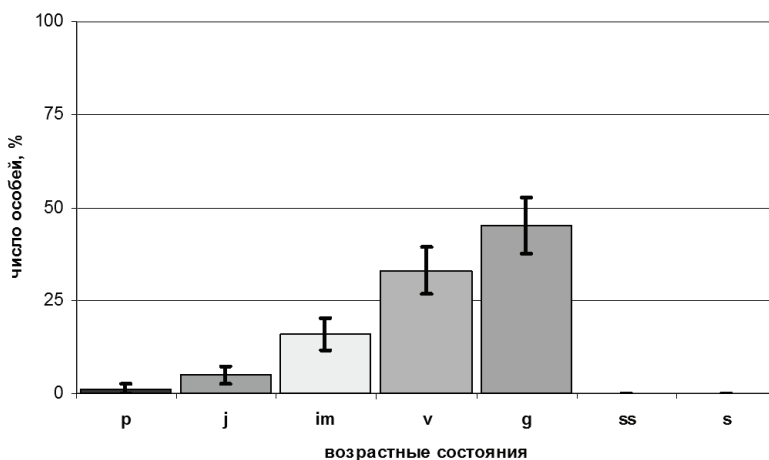


Рис. 8. Возрастной состав ценопопуляции купены многоцветковой в Битцевском лесопарке

В ценопопуляционных локусах купены многоцветковой не отмечены сенильные и субсенильные особи, что связано с небольшим омоложением счетных единиц этого вида при вегетативном размножении, а также свидетельствует о недолгом существовании этих ценопопуляционных локусов на этой территории [12].

Таким образом, в возрастной структуре ценопопуляционных локусов купены на территории Битцевского лесопарка преобладают особи виргинильной и генеративной стадий, гораздо реже встречаются проростки, ювенильные и имматурные растения. Такая структура ценопопуляций, с одной стороны, свойственна толерантно-конкурентным видам — длинно- и короткокорневищным многолетникам, а с другой — присутствие всех возрастных состояний в спектре купены свидетельствует о динамической устойчивости ценопопуляций данного вида в изучаемом сообществе.

Не менее важно для формирования методов охраны данного вида и то, что преобладание средних стадий онтогенеза является признаком стабильного развития этих ценопопуляционных локусов в обозримом будущем. То есть, как редкий вид, относящийся к 3-й категории, купена многоцветковая в Битцевском лесопарке чувствует себя относительно хорошо.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Красная книга города Москвы. Правительство Москвы. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы / Отв. редакторы Б.Л. Самойлов, Г.В. Морозова. 2-е изд., перераб. и дополн. М., 2011.

- [2] Красная книга Московской области / Отв. ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.А. Соболев. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.
- [3] Губанов И.А., Кисилева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2002.
- [4] Кнорринг О.Э. Род 292. Купена — *Polygonatum* // Флора СССР. В 30 т. / Гл. ред. и ред. тома акад. В.Л. Комаров. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935. Т. IV. С. 466—467.
- [5] Насимович Ю.А., Романова В.А. Ценные природные объекты Москвы и ее лесопаркового защитного пояса. М., Деп. в ВИНТИ АН СССР 21.11.1991, № 4378-B91, 1991.
- [6] Бочкин В.Д., Насимович Ю.А. Распространение лилейных в Москве. М., Деп. в ВИНТИ 5.10.1998, № 2906-B981998.
- [7] Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура. М.: Наука, 1976.
- [8] Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988.
- [9] Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М.: Наука, 1987.
- [10] Баландин С.А., Баландина Т.П. Купена душистая. Биологическая флора Московской области. Вып. 11. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1991. С. 110—118.
- [11] Трофимов Т.Т. О типах прорастания семян некоторых многолетников // Бот. ж. 1963. Т. 48. № 11. С. 1583—1591.
- [12] Истомина И.И., Павлова М.Е., Терехин А.А. Структура популяций хохлатки промежуточной (*Corydalis intermedia* (L.) Merat) в природно-историческом парке «Битцевский лес» // Вестник Российского университета дружбы народов, серия «Агрономия и животноводство». 2014. № 4. С. 17—24.

## **ANALYSIS OF POPULATION STRUCTURE OF POLYGONATUM MULTIFLORUM L. IN THE “BITSEVSKY FOREST” NATURAL AND HISTORICAL PARK**

**I.I. Istomina, M.E. Pavlova,**

**A.A. Terechin**

Agrobiotechnologies Department

Peoples' Friendship University of Russia

*Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

The authors of the article studied the structure of populations of *Polygonatum multiflorum* (L.) All., related to rare species and included in the Red book of Moscow and Moscow region. For the first time in Moscow in the Bitsevsky forest Park were identified and described stages of ontogenesis and age structure of population of this species, the peculiarities of the age structure population loci. The presence of all age States in population, which indicates the dynamic stability of this species in the studied community.

**Key words:** rare species, ontogenesis, age-related condition, the age structure of the population, age range, population locus.

## REFERENCES

- [1] The red book of Moscow. The Government Of Moscow. Department of natural resources and environmental protection of Moscow. Resp. editors B.L. Samoilo, G.V. Morozova. 2-e Izd., Rev. and more. Moscow, 2011.
- [2] The red book of Moscow region. Resp. edited by T.I. Varlygina, V.A. Zubakin, N.A. Sobolev. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2008.
- [3] Gubanov I.A., Kisileva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. The illustrated keys to plants of Middle Russia. In 3 t. K.: T-vo nauch. ed. KMK, Institute technologist. studies., 2002.
- [4] Knorring O.E. Rod 292. Solomon's seal — Polygonatum // Flora of USSR. In 30 t. Gl. ed. and ed. volume, acad. V.L. Komarov. M.; L.: Izd-vo an SSSR, 1935. T. IV. P. 466—467.
- [5] Nasimovich Yu.A., Romanov V.A. Valuable natural objects of Moscow and its forest-Park protective belt. M., Dept. in VINITI 21.11.1991, N 4378-B91, 1991.
- [6] Bochkin VD, Nasimovich Yu. a. Distribution of Liliaceae in Moscow. M., Dept. 5.10.1998 in VINITI, No. 2906-B981998.
- [7] Cenopopulations of plants: Basic concepts and structure. M.: Nauka, 1976.
- [8] Cenopopulations of plants (essays on population biology). M.: Nauka, 1988.
- [9] Smirnova O.V. The Structure of the herbaceous cover of broad-leaved forests. M., Nauka, 1987.
- [10] Balandin S.A., Balandina T.P. Solomon's seal fragrant. Biological flora of the Moscow region. Vol. 11. M.: Izd-vo Mosk. Univ., 1991. P. 110—118.
- [11] Trofimov T.T. About the types of seed germination of some perennial plants. Bot. well. 1963. T. 48. No. 11. S. 1583—1591.
- [12] Istomina I.I., Pavlova M.E., Terekhin A.A. Population structure, intermediate *Corydalis* (*Corydalis intermedia* (L.) Merat) in natural-historical Park “Bitsa forest” // Bulletin of Peoples’ Friendship University of Russia, Series Agronomy and animal industries. 2014. No. 4. P. 17—24.

# МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ

## ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МУСКУСНОЙ УТКИ (*CAIRINA MOSCHATA* L.).

П.М. Кленовицкий<sup>1,2</sup>, Л.А. Волкова<sup>1</sup>, Н.А. Волкова<sup>1</sup>,  
П.В. Ларионова<sup>1</sup>, Н.А. Зиновьева<sup>1</sup>,  
А.А. Никишов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центр биотехнологии и молекулярной диагностики  
ФГБНУ Всероссийский НИИ животноводства  
*п. Дубровицы, Подольский р-н, МО, 142132*

<sup>2</sup>Департамент ветеринарной медицины  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

Приведена методика получения и анализа хромосомных препаратов у птицы. Описан кариотип *Cairina moschata* L. Дана денситометрическая характеристика метацентрических макрохромосом мускусной утки.

**Ключевые слова:** денситограмма, кариотип, мускусная утка, хромосомы.

К настоящему времени достигнуты значительные успехи в изучении наследственного аппарата основных видов культурных и диких форм животных. Детально описаны не только их кариотипы в норме, но и различные варианты хромосомной патологии и их влияние на продуктивность животных [1—4]. В меньшей степени эти вопросы изучены у птицы [5; 6].

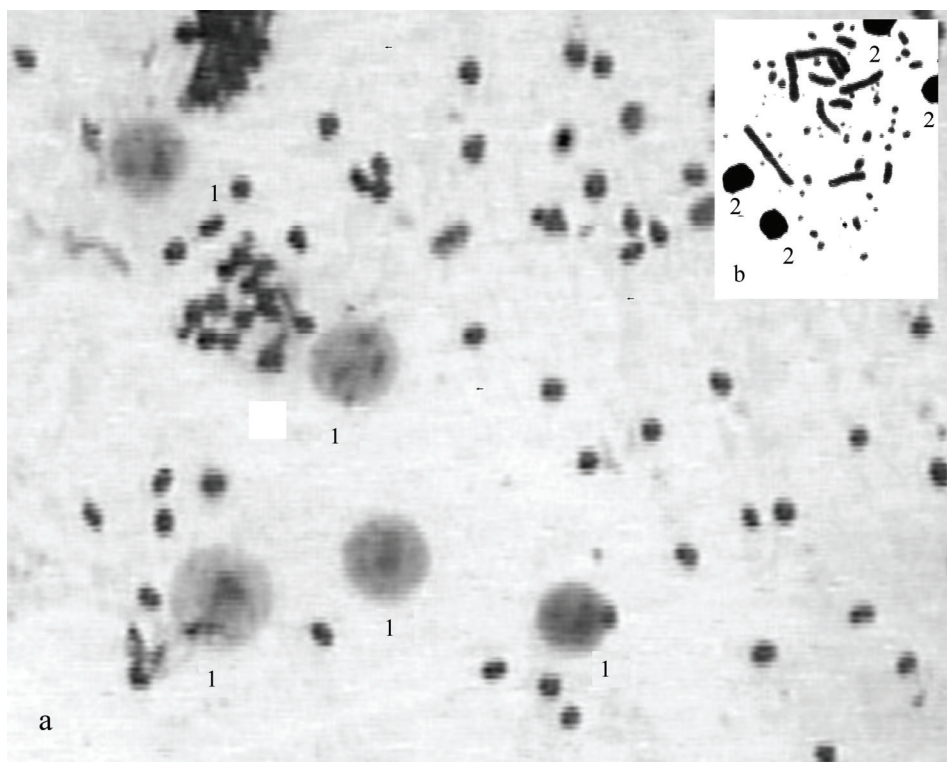
Значительную роль цитогенетические исследования играют в решении вопросов филогенеза в классах *Mammalia* и *Avis* [2; 3; 7—11], а также проблем селекции и экспериментальной генетики [12].

В силу высокой репродуктивной способности и относительно высокой скорости смены поколений домашняя птица является удобной моделью для решения многих вопросов прикладной и экспериментальной генетики, в том числе связанных с проблемами генетической трансформации у животных.

Из птиц наиболее полно изучен кариотип *Gallus domesticus* L. [13—15]. Достаточно детально исследован кариотип гусей (*Anser anser*) [16—19]. Авторы отмечают, что в популяциях гусей из разных регионов мира наблюдается полиморфизм по 2, 3 и 4 парам хромосом. Данные по цитогенетике *Cairina moschata* L ограничены [20].

Необходимо отметить, что в большинстве работ кариотипы птицы получены на основе исследования клеток костного мозга или эмбрионального материала. Последний подход нашел применение при изучении хромосомной локализации генетических маркеров [21]. Однако для исследований по экспериментальной генетике наибольший интерес представляет прижизненное изучение состояния хромосомного аппарата. Поэтому мы поставили задачу провести адаптацию методов получения препаратов хромосом из культуры крови применительно к мускусной утке.

**Материал и методы.** Исследования выполнены в Центре биотехнологии и молекулярной диагностики ВИЖ им. Л.К. Эрнста на 5 самках мускусной утки. Препараты хромосом готовили из культуры лимфоцитов периферической крови по методике, предложенной нами ранее [4]. В качестве митогена использовали конакавалин А (КоА) в дозе 10 мкг/мл. На рис. 1 показан общий вид культуры периферической крови *C. moschata*, стимулированной КоА.



**Рис. 1.** Культура периферической крови *C. moschata*, стимулированная КоА:

а) общий вид; б) метафаза; 1) лимфоциты; 2) ядра эритроцитов

Денситометрические профили определяли для первых двух пар макрохромосом с помощью программы Image Score 1. Для построения обобщенного (усредненного) профиля мы проводили нормировку индивидуальных профилей по длине. В основу нормировки оптических профилей были положены принципы, описанные в работе А.Ф. Яковлева с соавт. [22].

Завершая описание методической стороны данного вопроса, необходимо обратить внимание на следующие методические моменты. Во-первых, кривизна отбираемых для анализа хромосом должна быть минимальна. Во-вторых, поскольку профиль строится на основании усредненных по ширине зоны сканирования данных, хроматиды должны быть максимально сближены. В-третьих, максимальная ширина зоны сканирования составляет 20 пиксел, следовательно, ширина изображения анализируемой хромосомы не должна превышать этой величины. В-четвертых, степень спирализации хромосом должна быть практически одинаковой.

Таблица 1 иллюстрирует принцип нормирования оптических профилей.

Таблица 1

**Схема нормирования денситограмм**

	A	B	C	D	E	F
1	0	220	0	1,470586	0	220
2	5,81558	193	1,470586	—	1	201,64
3	11,6312	176	2,941172	—	2	186,88
4	17,4467	176	4,411758	—	3	176
5	23,2623	192	5,882345	—	4	176
6	29,0779	201	7,352931	—	5	182,4001
7	34,8935	200	8,823517	—	6	192,7201
8	40,7091	198	10,2941	—	7	198,8401
9	46,5247	194	11,76469	—	8	200,56
10	52,3402	192	13,23528	—	9	—
11	58,1558	195	14,70586	—	10	—
		X	k	s	L	D

*Примечание.* Фоном выделены ячейки, соответствующие искомому значению плотности и определяющим его аргументам. В нижней строке в выделенных ячейках даны соответствующие столбцам обозначения элементов приведенного ниже уравнения (1).

Программа Image Score 1 сохраняет в CSV-файле, совместимом с Microsoft Excel, информацию об оптической плотности точек, расположенных на стандартном расстоянии друг от друга. Величина шага между точками сканирования зависит от величины хромосомы и увеличения объекта. Для каждой хромосомы с помощью Microsoft Excel вычисляли положение точек сканирования, записанных в CSV-файл, в процентах от длины хромосомы, за исходную точку отсчета (репер) брали центромерный район для акроцентриков и теломеру короткого плеча для метацентриков. Затем рассчитывали плотности для стандартных точек, расположенных с шагом в 1 процент по следующей формуле:

$$D = X_i + (X_i - X_{i-1}) / s (L_i - k_i), \quad (1)$$

где  $D$  — искомая оптическая плотность,  $X_i$  и  $X_{i-1}$  — оптические плотности в точках, фланкирующих искомую стандартную точку,  $s$  — расстояние между исходными точками в процентах,  $L_i$  — координата искомой точки на стандартной шкале,  $k_i$  — координата точки  $X_i$  на исходной шкале.

Схематически процесс нормирования оптических плотностей с помощью Microsoft Excel показан в табл. 1.

В данном примере показан расчет оптической плотности для точки, удаленной от репера на расстояние  $L$ , равное 8%. В столбце А приведено расстояние между точками сканирования в физических единицах, необходимое для расчета постоянной величины  $-s$ . Для того чтобы ячейка D1 могла выполнять роль константы, ей с помощью средств Microsoft Excel присваивается соответствующее имя.

При построении оптических профилей необходимо учитывать, что Image Score 1 фиксирует по 255-байтной шкале не плотность, а яркость объекта. При этом зонам с максимальной плотностью соответствуют значения, близкие к 0, в связи с чем для построения оптического профиля необходимо преобразовать полученные цифровые значения, вычитая исходные величины из 255.

**Результаты и обсуждение.** По литературным данным диплоидное число хромосом *C. moschata* равно 80 [20]. На рис. 2 показаны кариотипы самок мускусной утки, полученных из культуры лимфоцитов периферической крови, стимулированных конакавалином А.

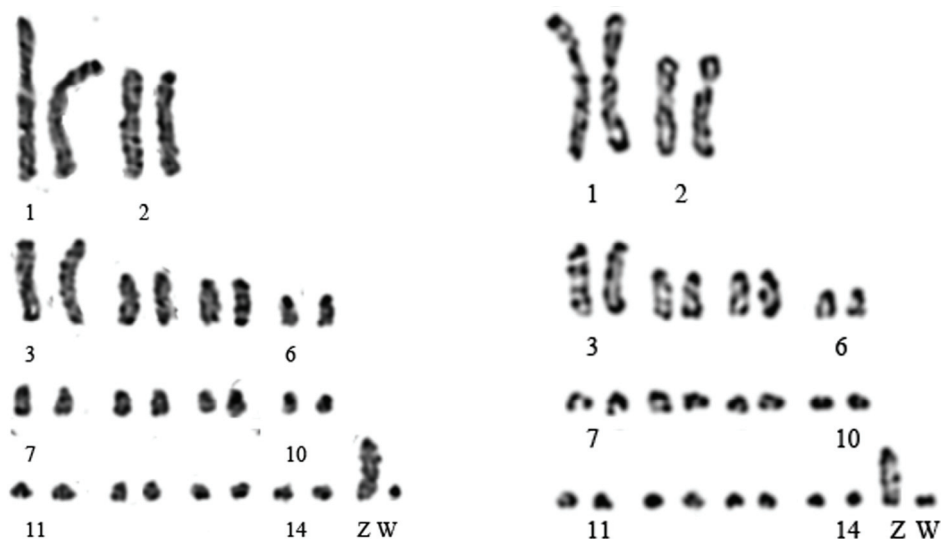


Рис. 2. Кариотипы самок мускусной утки (*C. moschata* L.).

Оформлено с помощью Image Scope 1 и Photoshop 5.5.

В основу построения кариотипа положены общепринятые принципы: расположение хромосом в порядке убывания, начиная с двухплечих, выделение половых хромосом в отдельную группу.

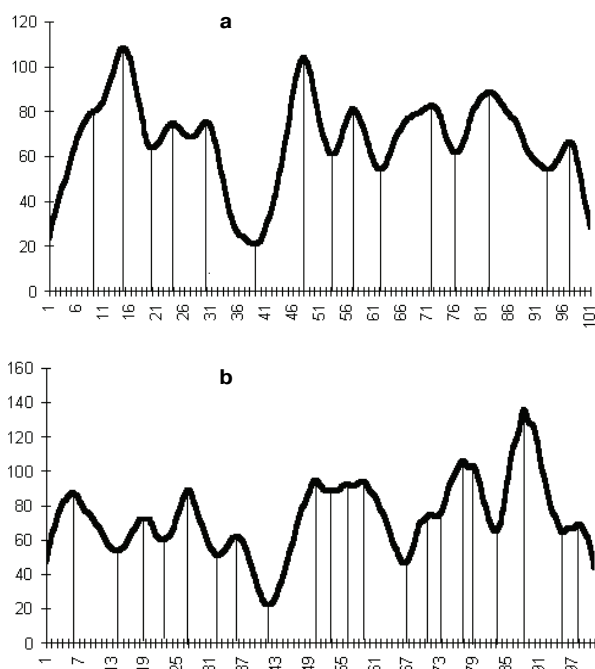
По нашим данным, в кариотипе *C. moschata* L. можно выделить 6 пар макрохромосом (в их числе 2 пары субметацентриков) 8 пар акроцентрических субмикрохромосом и непостоянное число микрохромосом.

Мужская половая хромосома — крупный акроцентрик, по размерам близкий к третьей паре аутосом. Женская половая хромосома — одна из микрохромосом. Точная идентификация ее морфологии на хромосомах средней степени спирализации затруднена. В части метафаз у обследованных птиц четко просматривается продольная неоднородность хромосом. Используя пригодные для денситометрии препараты, мы проанализировали оптические профили первых пар хромосом у курицы и мускусной утки.

Эти данные согласуются с результатами, полученными Wójcik E., Smalec E. [20], согласно которым кариотип мускусной утки содержит 40 пар хромосом, включая три пары макрохромосом, 36 пар микрохромосом и пару половых хромосом. Две первые пары являются крупнейшими субметацентриками, а все остальные аутосомы являются акроцентрическими. Z-хромосома субметацентрическая, W хромосома мелкий элемент набора.

Важным моментом анализа кариотипов является изучение тонкой структуры хромосом. На рис. 3а показан нормированный оптический профиль первой хромосомы мускусной утки. На денситограмме четко идентифицируется 16 зон разной оптической плотности. Минимум оптической плотности приходится на точку с координатой 39, соответствующей центромере. На коротком плече четко идентифицируются три оптически плотных блока. Наиболее крупный из них расположен в прителомерном районе. Анализ денситограммы свидетельствует о его неоднородности. Длинное плечо содержит пять оптически плотных блоков. Два наиболее крупных из них лежат в зоне, ограниченной координатами 65 и 90.

На хромосоме 2 (рис. 3б) можно выделить 17 основных блоков с разной оптической плотностью. Некоторые из них разделяются на более мелкие зоны. Центромере соответствует точка с координатой 41, на которую приходится минимум оптической плотности. На коротком плече четко идентифицируются четыре оптически плотных блока. Наиболее крупный из них расположен, как и на хромосоме 1, в прителомерном районе. Длинное плечо содержит пять оптически плотных блоков. Два из них: первый и третий распадаются на несколько мелких зон.



**Рис. 3.** Оптический профиль хромосом 1 (а) и 2 (б) пар у мускусной утки.

Оформлено с помощью Image Scope 1 и Microsoft Excel



Анализ приведенных данных свидетельствует о том, что для первой хромосомы характерно наличие более крупных блоков, характеризующихся высокой оптической плотностью. Это указывает на различия между анализируемыми хромосомами в степени конденсации генетического материала. Для второй хромосомы типично наличие большего числа деконденсированных зон. Вместе с тем связь между рисунком денситограммы и средней оптической плотностью отсутствует.

Нами не обнаружено достоверных различий по средней оптической плотности как между 1-й и 2-й парами хромосом мускусной утки, так и между гомологами в пределах пар. Нами не обнаружено достоверных различий по средней оптической плотности как между 1-й и 2-й парами хромосом мускусной утки, так и между гомологами в пределах пар (табл. 2).

Таблица 2

**Средняя оптическая плотность хромосом мускусной утки**

№ хромосомы	№ гомолога		В среднем
	1	2	
1	56,8 ± 5,2	77,8 ± 20,4	67,3 ± 12,8
2	67,6 ± 11,0	78,9 ± 8,4	73,2 ± 9,0

При сравнении денситограмм парных хромосом отмечено высокое совпадение их рисунка, хотя и существуют определенные отличия, обусловленные как разной степенью их плотности, так и неодинаковой конденсацией. Иллюстрацией этому служат данные приведенные на рис. 4.



**Рис. 4.** Оптические профили гомологичных хромосом 2-й пары мускусной утки.

Оформлено с помощью Image Scope 1 и Microsoft Excel

У мускусной утки нами не обнаружено значительного гетероморфизма по длине гомологов, описанного Л.В. Трофимовой [13; 14] у домашней курицы. Не исключено, что существуют определенные видовые особенности организации макрохромосом у птицы.

Полученные данные свидетельствуют об эффективности использованных методических подходов в исследованиях по цитогенетике птицы. Результаты наших

исследований позволяют дать морфологическую характеристику макро- и субмикрочромосом мускусной утки. Данные о морфологии и тонкой структуре хромосом *C. moschata* L. представляют интерес при проведении исследований по экспериментальной и прикладной генетике птицы.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Яковлев А.Ф. Цитогенетическая оценка племенных животных. М.: Агропромиздат, 1985.
- [2] Багиров В.А., Кленовицкий П.М., Насибов Ш.Н., Иолчиев Б.С., Зиновьева Н.А., Эрнст Л.К. Цитогенетический анализ при отдаленной гибридизации полорогих // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 8. С. 41—43.
- [3] Графодатский А.С., Раджабли С.И. Хромосомы сельскохозяйственных и лабораторных животных. Атлас. Новосибирск: Наука, 1988.
- [4] Кленовицкий П.М., Багиров В.А., Иолчиев Б.С., Доцев А.В. Вопросы прикладной цитогенетики сельскохозяйственных животных // Достижения науки и техники АПК. 2003. № 10. С. 17.
- [5] Fechheimer N.S., Zartman D.L., Jaap R.G. Trisomic and haploid embryos of the chick (*Gallus domesticus*) // J. Reprod. Fert. 1968. V. 17. P. 215—217.
- [6] Fhamida B. Islam, Satoshi Ishishita, Yoshinobu Uno, Md. Bazlur R. Mollah, Kornorn Srikulnath, and Yoichi Matsuda. Male Hybrid Sterility in the Mule Duck is Associated with Meiotic Arrest in Primary Spermatocytes // J. Poult. Sci. 2013. V. 50. P. 311—320.
- [7] Дзюев Р.И. Хромосомные наборы млекопитающих Кавказа. Нальчик: Эльбрус, 1998.
- [8] Nobuo Takagi, Sajiro Makino A revised study on the chromosomes of three species of birds // Caryologia. 1966. V. 19. N. 4. P. 443—455.
- [9] Hammar B.O. The karyotypes of nine birds // Hereditas. 1966. V. 55. P. 367—385.
- [10] Marcella Mergulhao Tagliarini, Cleusa Yoshico Nagamachi, Julio Cesar Pieczarka, Edivaldo Herculano Correa de Oliveira. Description of two new karyotypes and cytotaxonomic considerations on Falconiformes // Revista Brasileira de Ornitologia. 2007. V. 15. N 2. P. 261—266.
- [11] Ivanete de Oliveira Furo, Rafael Kretschmer, Patricia C. O'Brien, Malcolm A. Ferguson-Smith, Edivaldo Herculano Correa de Oliveira. Chromosomal Diversity and Karyotype Evolution in South American Macaws (Psittaciformes, Psittacidae), 2015.
- [12] Эрнст Л.К., Кленовицкий П.М., Багиров В.А., Волкова Н.А., Зиновьева Н.А., Гусев И.В., Данч С.С., Брем Г. Состояние хромосомного аппарата у свиней, трансгенных по гену соматолиберина человека mT1/RHGH // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 2. С. 31—36.
- [13] Трофимова Л.В. Репликация ДНК по длине макрохромосом кур во второй половине S-периода // Бюллетень ВНИИРГЖ. Л., 1977. В. 24. С. 6—9.
- [14] Трофимова Л.В. Морфофункциональная характеристика хромосом домашних кур *Gallus domesticus*: Автореф. дисс. ... канд. наук. Л., 1979.
- [15] Яковлев А.Ф., Трофимова Л.В. Изменение числа микрохромосом в процессе спирализации макрохромосом у *Gallus domesticus* // Генетика. 1977. Т. 13. № 5. С. 806—810.
- [16] Shahin A.A., Ata A.T., Shnaf A.S. Karyotype and C-banding pattern of the domestic geese *Anser anser* populations (Aves: Anatidae) in Egypt // Folia Biol. Krakow. 2014. V. 62. N 1. P. 49—58.
- [17] Wójcik E., Smalec E. Assessment of chromosome instability in geese (*Anser anser*) // Can. J. Anim. Sci. 2012. V. 92. P. 49—57.
- [18] Andraszek K., Smalec E., Wrzaszcz Ż. Description of G bands on the chromosomes of the European domestic goose (*Anser anser*) Charakterisierung der G-Bänder auf den Chromosomen der europäischen Hausgans (*Anser anser*) // Arch. Geflügelk. 2007. V. 71. № 6. P. 272—277.

- [19] Wójcik E., Smalec E. Description of the Anser anser goose karyotype // *Folia biol. Kraków*. 2007. N 1—2. V. 55. P. 35—40.
- [20] Wójcik E., Smalec E. Description of the Muscovy Duck (*Cairina moschata*) Karyotype // *Folia Biologica. Kraków*. 2008. V. 56. № 3—4. P. 243—248.
- [21] Сазанов А.А. Молекулярно-генетический анализ генома птиц: Автореф. дисс. ... доктора наук. С.П. 2004.
- [22] Исследование хромосом сельскохозяйственных животных. Методические рекомендации / под ред. А.Ф. Яковлева. Л., 1976. С. 20—30.

## **CYTOGENETICAL CHARACTERISTIC OF MUSCOVY DUCK (CAIRINA MOSCHATA L.)**

**P.M. Klenovitskiy<sup>1,2</sup>, L.A. Volkova<sup>1</sup>, N.A. Volkova<sup>1</sup>,  
P.V. Larionova<sup>1</sup>, N.A. Zinoveva<sup>1</sup>, A.A. Nikishov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>All-Russian State Research Institute of Animal Breeding  
*Dubrovitsy, Podolsk District, Moscow Region, 142132*

<sup>2</sup>Department of Veterinary  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

The technique of preparation bird's chromosomes is given. The methodical approaches to reception are stated and analysis chromosomes at birds. Is described karyotype of *Cairina moschata* L. Is given the densitometry characteristic of methacentric macrochromosomes of muscovy duck.

**Key words:** densitogram, karyotype, muscovy duck chromosomes.

### **REFERENCES**

- [1] Yakovlev A.F. Cytogenetic evaluation of breeding animals. M.: Agropromizdat, 1985.
- [2] Bagirov B.A., Klenovitskii M.P., Nasibov Sh.N., Iolchiev B.S., Zinovyeva N., Ernst L.K. Cytogenetic analysis in distant hybridization of bovinds. *Advances in science and technology AIC*. 2009. No. 8. P. 41—43.
- [3] Graphodatsky A.S., Radjabli S.I. Chromosomes of agricultural and laboratory animals. Atlas. Novosibirsk: Nauka, 1988.
- [4] Klenovitskii P.M., Bagirov V.A., Iolchiev B.S., Diev B.A. Applied cytogenetics of farm animals. *Advances in science and technology AIC*. 2003. № 10. P. 17.
- [5] Fechheimer N.S., Zartman D.L., Jaap R.G. Trisomic and haploid embryos of the chick (*Gallus domesticus*). *J. Reprod. Fert.* 1968. V. 17. P. 215—217.
- [6] Fhamida B. Islam, Satoshi Ishishita, Yoshinobu Uno, Md. Bazlur R. Mollah, Kornson Srikulnath, and Yoichi Matsuda. Male Hybrid Sterility in the Mule Duck is Associated with Meiotic Arrest in Primary Spermatocytes. *J. Poult. Sci.* 2013. V. 50. P. 311—320.
- [7] Dzuyev R.I. Chromosome sets of mammals of the Caucasus. Nalchik: Elbrus, 1998.
- [8] Nobuo Takagi, Sajiro Makino. A revised study on the chromosomes of three species of birds. *Caryologia*. 1966. V. 19. N. 4. P. 443—455.
- [9] Hammar B.O. The karyotypes of nine birds. *Hereditas*. 1966. V. 55. P. 367—385.

- [10] Marcella Mergulhao Tagliarini, Cleusa Yoshico Nagamachi, Julio Cesar Pieczarka, Edivaldo Herculano Correa de Oliveira. Description of two new karyo-types and cytotoxic considerations on Falconiformes. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 2007. V. 15. N 2. P. 261—266.
- [11] Ivanete de Oliveira Furo, Rafael Kretschmer, Patricia C. O'Brien, Malcolm A. Ferguson-Smith, Edivaldo Herculano Correa de Oliveira. Chromosomal Diversity and Karyotype Evolution in South American Macaws (Psittaciformes, Psittacidae). 2015.
- [12] Ernst L.K., Klenovitsky P.M., Bagirov V.A., Volkova N., Zinovyeva N., Gusev I.V., Dan S.S., Brem G. The State of the chromosome apparatus in pigs, transgenic for the gene of somatoliberin human mT1/RHGH. *Agricultural biology*. 2009. No. 2. P. 31—36.
- [13] Trofimova L.V. Replication of DNA along the length of microchromosome chickens in the second half of the S-period. *Bulletin VIERGE*. L., 1977. V. 24. C. 6—9.
- [14] Trofimova L.V. Morphological characteristics of the chromosomes of the domestic chicken *Gallus domesticus*. Abstract of Diss. candidate sciences. L., 1979.
- [15] Yakovlev A.F., Trofimova L.V. The change in the number of microchromosome in the process of helix macrochromosomes in *Gallus domesticus*. *Genetics*. 1977. Vol. 13. No. 5. S. 806—810.
- [16] Shahin A.A., Ata A.T., Shnaf A.S. Karyotype and C-banding pattern of the domestic geese *Anser anser* populations (Aves: Anatidae) in Egypt. *Folia Biol. Krakow*. 2014. V. 62. N 1. P. 49—58.
- [17] Wójcik E., Smalec E. Assessment of chromosome instability in geese (*Anser anser*). *Can. J. Anim. Sci.* 2012. V. 92. P. 49—57.
- [18] Andraszek K., Smalec E., Wrzaszcz Ż. Description of G bands on the chromosomes of the European domestic goose (*Anser anser*) Charakterisierung der G-Bänder auf den Chromosomen der europäischen Hausgans (*Anser anser*). *Arch. Geflügelk.* 2007. V. 71. № 6. P. 272—277.
- [19] Wójcik E., Smalec E. Description of the *Anser anser* goose karyotype. *Folia biol. Kraków*. 2007. N 1—2. V. 55. P. 35—40.
- [20] Wójcik E., Smalec E. Description of the Muscovy Duck (*Cairina moschata*) Karyotype. *Folia Biologica. Kraków*. 2008. V. 56. № 3—4. P. 243—248.
- [21] Sazanov A.A. Molecular genetic analysis of the genome of birds. Abstract of Diss. doctor of Sciences. S.P., 2004.
- [22] The study of chromosomes of farm animals. Methodical recommendations. Ed. A.F. Yakovleva. L., 1976. P. 20—30.

# ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ САЛЬМОНЕЛЛ В МЯСЕ И МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ С ПОМОЩЬЮ ПЦР В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ И РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ МАТРИЧНОЙ ДНК

И.М. Нитяга<sup>1</sup>, Б.В. Уша<sup>1</sup>, Е.Н. Морозова<sup>2</sup>,  
Н.Г. Хоменец<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
университет пищевых производств»  
*Волоколамское шоссе, 11, Москва, Россия, 125080*

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»  
*Звенигородское шоссе, 5, Москва, Россия, 123022*

<sup>3</sup>Агроинженерный департамент  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

Традиционно контроль сальмонелл в продуктах питания осуществляют с помощью классических методов бактериологического анализа, которые достаточно длительны и трудоемки. Авторами показана возможность ускорения, автоматизации анализа и получения достоверных результатов с помощью усовершенствованной методики контроля *S. typhimurium* в мясе кур и мясных полуфабрикатах (пельменях) с помощью ПЦР в режиме реального времени и робототехники для выделения матричной ДНК, а также за счет сокращения времени пробоподготовки образцов путем подрачивания бактерий в среде первичного накопления.

**Ключевые слова:** сальмонеллы, мясо, мясные продукты, ПЦР в режиме реального времени, робототехника.

**Введение.** Контроль сальмонелл в продуктах питания является одним из основных критериев микробиологической безопасности, что соответствует установленным требованиями российских и международных нормативных документов. В настоящее время в соответствии с Федеральными законами «О техническом регулировании», «О безопасности пищевой продукции», «О качестве и безопасности пищевых продуктов» установлены критерии и требования безопасности продукции, отраженные в Технических регламентах Таможенного Союза. В частности, критерии на мясо и продукцию его переработки представлены в Технических регламентах Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» и Тех-

ническом Регламенте Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». В этих документах приведены критерии микробиологической безопасности, в том числе на наличие сальмонелл. Существующие методики определения сальмонелл на основе классического бактериологического анализа достаточно длительные и трудоемкие. Весьма перспективной для ускоренной индикации и идентификации бактерий, в том числе и патогенных штаммов, является методика ПЦР в режиме реального времени, которая позволяет в течение короткого времени проводить анализ [1; 2].

Современное оборудование позволяет автоматизировать методики определения бактерий, что во многом решает задачу с сокращением времени проведения анализа [3]. Несмотря на определенные успехи в использовании метода ПЦР для контроля микробиологической безопасности продукции [4—6], актуальным остается совершенствование методик в части пробоподготовки (обогащение материала путем подращивания и выделение матричных ДНК), а также валидация методик к конкретным объектам.

**Целью работы** являлось усовершенствование методики контроля сальмонелл в мясе и мясных продуктах с помощью ПЦР в режиме реального времени и робототехники для выделения матричной ДНК, а также за счет сокращения времени пробоподготовки образцов путем подращивания бактерий в среде первичного накопления.

**Экспериментальная часть.** Объектами исследования являлись мясо кур и мясные полуфабрикаты (пельмени), а также искусственно контаминированные *S. typhimurium* образцы указанных продуктов. Для подращивания сальмонелл использовалась пептонная вода. Разрушение клеток и выделение ДНК осуществляли с помощью роботизированной станции Qiagen EZ1 Advanced XL, использующую технологию магнитных частиц, ПЦР проводили на амплификаторе RotorGene® 6000 (Corbett Research) с применением тест-систем «Амплиценс®*Salmonella spp.*» (ФГУНУ ЦНИИЭ Роспотребнадзора). Референсными методами идентификации нами были использованы: классический бактериологический анализ и методика с применением прибора miniVidas.

**Результаты и их обсуждение.** При проведении исследований суточная культура бактерий *S. typhimurium* перед подращиванием в пептонной воде и обсеменении нейтральных образцов титровалась с коэффициентом 10. Всего было подготовлено 4 разведения, где каждое последующее разведение содержало в 10 раз меньше микробных клеток, чем предыдущее. Так, если в первом разведении было 1000 микробных клеток, то в последнем единичные клетки. Для исследования методом ПЦР брали исходный материал (смесь раститрованных клеток) и 4 образца мяса кур, искусственно обсемененных *S. typhimurium* (25 грамм гомогенизировали с 225 граммами пептонной воды и добавлением клеток *S. typhimurium* соответственно 1, 10, 100 и 1000) и термостатировали при  $T = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 2, 4, 6, 8 и 18 часов. Далее смесь раститрованных клеток до момента исследования хранили при температуре минус  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Так же поступали с материалом, взятом через 2, 4, 6 и 8 часов из обсемененных образцов.

Интерпретацию результатов ПЦР проводили на основании наличия (или отсутствия) пересечения кривой флуоресценции с установленной на соответствующем уровне пороговой линией, что определяло наличие (или отсутствие) для данной пробы ДНК значения порогового цикла (Ct), равного 38. Были получены следующие значения (табл. 1).

Таблица 1

**Интерпретация результатов ПЦР**

Концентрация клеток <i>S. typhimurium</i> и время обогащения	Номер цикла пересечения кривой флуоресценции с установленной на соответствующем уровне пороговой линией
1000 клеток	31
1000 клеток ч/з 2 часа	30
1000 клеток ч/з 4 часа	28
1000 клеток ч/з 6 часов	22
1000 клеток ч/з 8 часов	18
1000 клеток ч/з 18 часов	14
100 клеток	32
100 клеток ч/з 2 часа	31
100 клеток ч/з 4 часа	27
100 клеток ч/з 6 часов	21
100 клеток ч/з 8 часов	17
100 клеток ч/з 18 часов	14
10 клеток	33
10 клеток ч/з 2 часа	32
10 клеток ч/з 4 часа	28
10 клеток ч/з 6 часов	22
10 клеток ч/з 8 часов	17
10 клеток ч/з 18 часов	14
1 клетка	35
1 клетка ч/з 2 часа	34
1 клетка ч/з 4 часа	29
1 клетка ч/з 6 часов	23
1 клетка ч/з 8 часов	18
1 клетка ч/з 18 часов	14

Аналогичные результаты были получены для образцов мяса кур, искусственно контаминированных.

Таким образом, методом ПЦР были обнаружены ДНК *S. typhimurium* во всех 4 разведениях, включая единичные клетки, без подращивания.

Однако в искусственно контаминированных образцах рост амплифицируемой ДНК достоверно наблюдался после 4 часов подращивания. Подтверждение результатов идентификации было получено бактериологическим методом при выращивании бактерий в течение нескольких суток, а так же на приборе miniVidas через 18 часов.

**Выводы.** Обогащение выделенных из объектов исследований бактерий в среде первичного накопления в течение 4 часов позволяло достоверно идентифицировать *S. typhimurium* методом ПЦР в режиме реального времени.

Использование робототехники также позволило сократить время анализа в 1,5—2 раза и автоматизировать процесс.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Higuchi R., Fockler C., Dollinger G., Watson R. Kinetic PCR: Realtime monitoring of DNA amplification reactions // *Biotechnology*. 1993. N 11. P. 1026—1030.
- [2] Collado M.C., Delgado S., Maldonado A., Rodriguez J.M. Assessment of the bacterial diversity of breast milk of healthy women by quantitative real-time PCR // *Letters in Applied Microbiology*. 2009. 48. P. 523—528.
- [3] Светличкин В.В. Тест-системы и технические средства ускоренного контроля безопасности и качества объектов ветеринарного надзора / В.В. Светличкин, А.Б. Кононенко, С.П. Ярков, А.А. Стрелков, М.В. Кондратьева, А.И. Панюшкин // *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии: Сб. науч. тр. Москва: ВНИИ ВСГЭ, 2010. № 1. С. 26—33.*
- [4] Денисова Е.А. Дифференциальное определение вегетативных и L-форм бактерий в объектах ветеринарного надзора с использованием «сэндвич» мембран и ПЦР в режиме «реального времени» / Е.А. Денисова, В.В. Светличкин, И.Н. Матвеева // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2014. № 4. С. 53—54.
- [5] Слизень В.В., Гудкова Е.И., Скороход Г.А. Разработка метода пцр для экспресс-идентификации *Salmonella* spp. И среди них *Salmonella enteritidis* // *Сборник научных трудов «Инновации в медицине»*. Минск: БГМУ, 2012.
- [6] Real-Time PCR *Salmonella*; ID of microorganisms Crystal (<http://www.mibio.ru>). 2012.

## IMPROVING THE CONTROL OF SALMONELLA IN MEAT AND MEAT PRODUCTS BY PCR IN REAL TIME AND ROBOTICS FOR THE SEPARATION MATRIX OF DNA

I.M. Nityaga<sup>1</sup>, B.V. Ysha<sup>1</sup>, E.N. Morozova<sup>2</sup>,  
N.G. Khomenets<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Moscow state university of food production  
*Volokolamskoe shosse, 11, Moscow, Russia, 125080*

<sup>2</sup>All-Russian scientific research institute of veterinary sanitation  
*Zvenigorodskoe shosse, 5, Moscow, Russia, 123022*

<sup>3</sup>Agrarian and technology institute  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198*

Traditionally, the control of *Salmonella* in food products is carried out using classic methods of bacteriological analysis that are sufficiently long and labor-intensive. The authors have demonstrated the possibility of accelerating and automating the analysis and obtain reliable results by using an improved method for control of *S. typhimurium* in chicken meat and meat of semi-finished products (dumplings) by PCR in real time and robotics for the selection of the template DNA, as well as reducing the time of the sample preparation by growing bacteria in the environment of pre-enrichment medium.

**Key words:** *Salmonella*, meat, meat products, PCR, real-time, robotics.



## REFERENCES

- [1] Higuchi R., Fockler C., Dollinger G., Watson R. Kinetic PCR: Realtime monitoring of DNA amplification reactions. *Biotechnology*. 1993. N 11. P. 1026—1030.
- [2] Collado M.C., Delgado S., Maldonado A., Rodriguez J.M. Assessment of the bacterial diversity of breast milk of healthy women by quantitative real-time PCR. *Letters in Applied Microbiology*. 2009. 48. P. 523—528.
- [3] Svetlicky V. Test systems and technical means of the accelerated control of safety and quality of objects of veterinary supervision / V. Svetlichny, A.B. Kononenko, S.P. Yarkov, A.A. Strelkov, M.V. Kondratieva, A.I. Panyushkin. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology: Proc. scientific. Tr.* Moscow: Institute of WSGA, 2010. No. 1. S. 26—33.
- [4] Denisova E.A., Svetlichny V.V., Matveeva I.N. The Differential definition of vegetative and L-forms of bacteria in the objects of veterinary supervision using the “sandwich” membranes and PCR in “real time”. *Bulletin of the Russian Academy of agricultural Sciences*. 2014. No. 4. P. 53—54.
- [5] Slug V.V., Gudkova E.I., Skorokhod G.A. Development of PCR for the rapid identification *Salmonella* spp. and among them *Salmonella enteritidis*. “*Innovations in medicine*”. Minsk, BSMU, 2012.
- [6] Real-Time PCR *Salmonella*; ID of microorganisms Crystal (<http://www.mibio.ru>). 2012.

---

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА АНАБОЛИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕДА

В.А. Долгов<sup>1</sup>, С.А. Лавина<sup>1</sup>, Т.С. Арно<sup>1</sup>,  
Е.А. Семёнова<sup>1</sup>, Д.В. Никитченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»  
*Звенигородское шоссе, 5, Москва, Россия, 123022*

<sup>2</sup>Департамент ветеринарной медицины  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

В результате исследований доказана возможность использования инфузорий *Tetrahymena pyriformis* в исследованиях биологической оценки меда с целью изучения анаболической эффективности меда и влияния на показатель качества различных экологических факторов, что имеет как теоретическое, так и практическое значение.

**Ключевые слова:** мед, инфузории тетрахимены, биологическая оценка.

**Введение.** Методы биологической оценки продуктов, кормов и объектов окружающей среды с использованием биотестов, альтернативных высшим животным, достаточно информативны, отличаются высокой производительностью, не требуют сложного оборудования и больших материальных затрат, безупречны с этической точки зрения. Их использование дает возможность интегрированной оценки всех токсичных соединений, в том числе комплексных, присутствующих в исследуемом объекте [1; 5].

В то же время в области биотестирования еще много не до конца исследованных вопросов. Это касается, в первую очередь, проблемы биологической оценки меда, которая в настоящее время практически не изучена.

Нами впервые было установлено, что инфузории *Tetrahymena pyriformis*, сходные по основным параметрам обмена веществ с высшими животными [1; 4], могут служить адекватным тест-организмом при биологической оценке меда, который является хорошим питательным субстратом для простейших. Основным критерием его безвредности и биологической полноценности является анаболическая (ростостимулирующая) эффективность, проявляемая в отношении тетрахимен. Дополнительными критериями могут быть концентрации, вызывающие данный эффект; минимальные концентрации меда, при которых обнаруживается стимуляция роста простейших; максимально переносимые концентрации, а также диапазон концентраций в среде, при котором проявляется его ростостимулирующий эффект. Эти критерии качества и безопасности меда могут определяться при визуальном подсчете количества выросших клеток под микроскопом.

Целью наших исследований было изучение возможности использования разработанных нами методических подходов при биологической оценке меда, подвергнутого воздействию различных факторов внешней среды (хранению, нагреванию, фальсификации), что позволило бы определить степень информативности биотестового метода и целесообразность его практического применения.

**Материалы и методы исследований.** Материалом для исследований служили образцы меда из различных регионов РФ. В работе применяли разработанные нами методические подходы, которые заключаются в тестировании его различных концентраций в среде (вода) и определении влияния на рост инфузорий [2; 3]. Для этого готовили растворы меда на дистиллированной воде в диапазоне концентраций от 0,1—0,25 до 10%. Растворы вносили во флаконы из-под антибиотиков в количестве 2,0 мл, добавляли по 0,1 мл трех-пяти-суточной культуры инфузорий *Tetrahymena pyriformis*, выращенных на пептонной среде следующего состава (г/100 мл дистиллированной воды): пептон бактериологический — 2,0; глюкоза — 0,5; дрожжевой экстракт — 0,1; натрий хлористый — 0,1, рН среды 7—7,5. Флаконы оставляли при комнатной температуре на 24 часа, периодически встряхивая их для лучшей аэрации среды и взмучивания исследуемого субстрата. Каждый образец исследовали в трехкратной повторности. Контролем служила дистиллированная вода.

Спустя 24 часа определяли выживаемость инфузорий. Для этого взмучивали содержимое флаконов, брали бактериологической петлей каплю жидкости и исследовали под микроскопом на наличие живых клеток и их подвижность. Для подсчета выросших инфузорий в каждый флакон вносили по одной капле 5%-го спиртового раствора йода (для фиксации клеток), содержимое встряхивали, отбирали пастеровской пипеткой и вносили в счетную камеру Фукса-Розенталя. Подсчет осуществляли в 10 больших квадратах камеры (по 5 квадратов в каждой сетке) для получения среднего результата и соотносили его с количеством клеток в контроле (вода), которое принимали за 100%.

**Результаты исследований.** При изучении влияния условий хранения меда на его анаболическую эффективность в отношении инфузорий тетрахимен нами было исследовано 12 образцов продукта (5 светлых и 7 темных медов) из различных регионов РФ. Срок хранения составлял 3, 4 и 4,5 года. Образцы хранились как в условиях бытового холодильника (плюс 4 °С), так и при комнатной температуре (плюс 22—25 °С). На основании проведенных исследований установлено, что у большинства изученных образцов (№ 1—10) ростостимулирующая активность меда спустя 3 года хранения не изменилась. Как у светлых, так и у темных медов ростостимулирующая активность после трехлетнего хранения сохранилась на достаточно высоком уровне, аналогичном свежим медам. Светлые образцы, как свежие, так и хранившиеся, стимулировали рост тетрахимен в 1,8—4 раза, темные — в 2—3 раза. Минимальные стимулирующие концентрации составляли от 0,1 до 0,2%, максимальные — от 2 до 4—5% у светлых медов и от 1 до 2% у темных. Максимальные переносимые концентрации у светлых медов были в интервале 4—8%, у темных — от 3 до 5%. В то же время у двух исследованных образцов (№ 11 и 12) темного меда было обнаружено заметное различие в их биологических свойствах, которое проявлялось в существенном снижении ростостимулирующей активности спустя 3 года хранения, что можно видеть из данных, представленных в табл. 1.

Рост инфузорий, в % к контролю (вода)

Концентрация меда, %	Образец № 11		Образец № 12	
	Свежий	Хранившийся	Свежий	Хранившийся
0,25	220	170	120	93
0,5	235	175	150	107
1	280	205	132	65
2	340	190	100	0
3	290	170	75	
4	250	144	9	
5	227	130	0	
6	200	0		
7	95			
8	0			

№ 11 — Орловская область, № 12 — Саратовская область.

Как видно из приведенных данных, у образца № 11 до хранения максимальный ростостимулирующий эффект в отношении инфузорий достигал 280—340% в диапазоне концентраций в среде от 1 до 3%; после трехлетнего хранения он снизился при этих же концентрациях до 175—205%, то есть почти в 2 раза. В меньшей степени была выражена также ростовая эффективность минимальных концентраций меда (соответственно 220% у свежего и 170% у хранившегося медов), а также диапазоны концентраций, при которых она проявляется (у свежего от 0,125 до 6%, у хранившегося от 0,125 до 5%). Уменьшилась и максимально переносимая инфузориями концентрация. Если у свежего меда она составляла от 7 до 8%, то у хранившегося — от 5 до 6%.

Аналогичная и более выраженная картина выявлена и у образца № 12, который после хранения практически не проявлял ростостимулирующий эффект в отношении простейших, а при концентрации меда в среде выше 1% вызывал их гибель, в то время как у свежего продукта максимально переносимая концентрация составляла 4—5%.

Спустя 4—4,5 года хранения практически у всех испытуемых медов, которые проявляли выраженную ростостимулирующую активность, обнаружена тенденция к ее снижению. Если раньше (до 3 лет хранения) этот показатель мог достигать 3—4 кратной величины, то через 4—4,5 года практически у всех изученных образцов меда он уже не превышал 140—190%, а у некоторых был и того ниже (110—120%).

По-видимому, причиной такого заметного снижения биологического качества меда может быть инактивация в процессе хранения биологически активных веществ, которые проявляют биостимулирующее действие (ферментов, гормонов, витаминов и др.). Нельзя исключить и накопления токсичных соединений (например, оксиметилфурфурола, продуктов распада белков, мелаидинов). Вполне вероятно также частичная фальсификация данных медов.

При изучении влияния условий хранения меда (в бытовом холодильнике и при комнатной температуре) на его ростостимулирующую активность не обна-

ружено каких-либо статистически достоверных различий между образцами, хотя органолептически они отличались. Так, мед, хранившийся в холодильнике, был более однородным, плотным и светлым, в то время как продукт, находившийся при комнатной температуре, был более мягким, иногда расслаивался (что характерно для темных медов).

Нами было также изучено влияние нагревания (распускания) меда на его анаболическую эффективность в отношении тетрахимен. Данный технологический прием обычно применяется при розливе и фасовке закристаллизовавшегося меда.

Установлено, что одномоментный высокотемпературный нагрев меда (до 85—90 °С) существенно влиял на его биологическое качество, что проявлялось в снижении роста инфузорий (на 20—49%) по сравнению с исходным продуктом.

Исследовали также более щадящее температурное воздействие, которое применяется в коммерческой практике (прибор «Мелитерм», иммерсионные и пластинчатые нагреватели), а именно кратковременный нагрев меда до относительно высокой температуры с последующим быстрым охлаждением.

Мед прогревали на водяной бане (температура 65—70 °С) до его расплавления, которое обычно наступало через 0,5—1 минуту (температура самого меда при этом не превышала 50—55 °С), затем следовало быстрое охлаждение для минимизации воздействия тепла. Исследовали 7 образцов меда (3 темных и 4 светлых). Результаты анализа приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Влияние нагревания на ростостимулирующую активность меда**

Вид меда	№ образцов	Количество инфузорий в 1 мл среды		
		Исходный мед	Прогретый мед	% к исходному
Темный	1	$1,16 \cdot 10^4$	$1,19 \cdot 10^4$	102,6
	2	$1,62 \cdot 10^4$	$1,65 \cdot 10^4$	101,9
	3	$1,13 \cdot 10^4$	$1,17 \cdot 10^4$	103,5
Светлый	4	$1,29 \cdot 10^4$	$1,31 \cdot 10^4$	101,6
	5	$1,17 \cdot 10^4$	$0,92 \cdot 10^4$	78,6
	6	$1,34 \cdot 10^4$	$1,09 \cdot 10^4$	81,3
	7	$1,35 \cdot 10^4$	$1,20 \cdot 10^4$	88,9

Из представленных данных видно, что испытанные нами тепловые режимы распускание меда практически не повлияли на его ростостимулирующую активность у образцов 1—4 (темные и один светлый меда) — различия были статистически недостоверными. В то же время у трех образцов светлого меда (№ 5—7) этот показатель несколько снизился (на 11,1—21,4%), что лишнее раз свидетельствует о различии состава и свойств медов, в результате чего однозначно переносить данные, полученные на одном виде продукта, на другой надо с известной долей вероятности. По-видимому, причиной некоторого снижения ростостимулирующей активности трех образцов меда может быть инактивация и денатурация биологически активных веществ (ферментов, гормонов, пептидов и др.), а также возможное образование антиметаболических соединений. Нельзя также исключить

и специфику состава медов, их происхождение, вид цветочной пыльцы, возможное наличие фальсифицирующих примесей. Тем не менее, в целом можно утверждать, что соблюдение щадящих режимов нагрева (не превышающих 50—55 °С) существенного влияния на биологическое качество большинства медов не оказывает.

Для изучения влияния фальсификации на биологические качества меда нами исследовались три образца, которые по органолептическим показателям — цвет, вкус, консистенция, запах — вызывали сомнение в своей натуральности. При биотестировании только один из них проявлял снижение ростового эффекта в отношении инфузорий, в то время как два других отличались высокой ростостимулирующей активностью, что свидетельствует о субъективности органолептического анализа.

Также была смоделирована фальсификация меда сахарным сиропом, который добавляли в продукт в количестве 50%. Данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Ростостимулирующая активность фальсифицированного меда**  
(в % к исходному)

Исследуемый продукт	Кол-во инфузорий в 1 мл среды	% к контролю
Мед исходный (контроль)	$1,80 \cdot 10^4$	100,0
Мед фальсифицированный	$1,42 \cdot 10^4$	78,9

Из представленных данных видно, что фальсификация меда сахарным сиропом в количестве 50% снижает его ростовой эффект в отношении инфузорий на 21,1%. Учитывая, что нами ранее [2] было установлено практическое отсутствие ростостимулирующей активности сахаров (глюкоза, фруктоза, сахароза), то логично предполагать проявление этих свойств и при добавлении их в мед, что и выразилось в полученных нами результатах. Интересно отметить, что в данном случае 50%-ного снижения ростового эффекта не наблюдалось (что можно было логично предположить исходя из уровня фальсифицирующей примеси). Это является свидетельством того, что мед в силу своего состава и свойств обладает достаточно выраженной буферностью и в определенной степени, как и любой биологически полноценный продукт, нивелирует отрицательное воздействие на его анаболическую эффективность менее питательных компонентов, а при их специально подобранных сочетаниях может существенно затруднять факт обнаружения фальсификации продукта.

**Заключение.** В результате проведенных исследований показана возможность применения метода биологической оценки меда с использованием инфузорий *Tetrahymena pyriformis* для изучения его анаболической эффективности и влияния на этот качественный показатель различных факторов внешней среды, что имеет как теоретическое, так и практическое значение.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Долгов В.А. Методические аспекты и практическое применение ускоренной биологической оценки кормов, продуктов животноводства и других объектов ветеринарно-санитарного и экологического контроля: Дисс. ... докт. вет. наук. М., 1992.

- [2] Долгов В.А., Лавина С.А., Арно Т.С., Семенова Е.А., Никитченко В.Е. Биологическая оценка меда // Вестник РУДН, сер. Агрономия и животноводство. 2013. № 1. С. 61—67.
- [3] Долгов В.А., Лавина С.А., Арно Т.С., Семенова Е.А. Применение инфузорий тетрамен для биологической оценки меда // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2013. № 1 (9). С. 13—15.
- [4] Игнатъев А.Д., Шаблий В.Я. Использование инфузории тетрахимены пириформис как тест-объекта при биологических исследованиях в сельском хозяйстве. М.: ВАСХНИЛ, 1978.
- [5] Лавина С.А. Биотесты на основе ферментных систем для оценки токсического действия ксенобиотиков на объекты ветеринарно-санитарного и экологического контроля: Дисс. ... докт. биол. наук. М., 2002.

## **EFFECT OF VARIOUS FACTORS FOR ANABOLIC EFFICIENCY OF HONEY**

**V.A. Dolgov<sup>1</sup>, S.A. Lavina<sup>1</sup>, T.S. Arno<sup>1</sup>,  
E.A. Semenova<sup>1</sup>, D.V. Nikitchenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>All-Russian scientific research institute of veterinary sanitation  
*Zvenigorodskoe shosse, 5, Moscow, Russia, 123022*

<sup>2</sup>Department of Veterinary  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklay str., 8/9, Moscow, Russia, 117198*

As a result of research it is show the possibility of using biological evaluation of honey with ciliates *Tetrahymena pyriformis* to study the anabolic efficiency of honey and the impact on the quality indicator of various environmental factors that has both theoretical and practical importance.

**Key words:** honey, ciliates of *Tetrahimena*, biological evaluation.

### **REFERENCES**

- [1] Dolgov V.A. Methodological aspects and practical application of the rapid biological assessment of forages, animal products and other objects of veterinary-sanitary and environmental control. Doctor vet. sciences. M., 1992.
- [2] Dolgov V.A., Lavina S.A., Arnault T.S., Semenova E.A., Nikitchenko E.V. Biological assessment of honey. *Bulletin of of Peoples' Friendship University of Russia. Series Agronomy and animal industries*. 2013. No. 1. P. 61—67.
- [3] Dolgov V.A., Lavina S.A., Arnault T.S., Semenova E.A. The Use of the ciliate for biological tetramer evaluation of honey. *Russian journal "problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology"*. 2013. No. 1 (9). P. 13—15.
- [4] Ignatiev A.D., Shabliy V.Y. The Use of ciliates of *Tetrahymena pyriformis* as the test subject in biological research in agriculture. Moscow: VASKHNIL, 1978.
- [5] Lavina S.A. Bioassays based on enzyme systems to assess the toxic effect of xenobiotics on the objects of veterinary-sanitary and environmental control. Doctor. biol. sciences. M., 2002.

# ВЕТЕРИНАРИЯ

## ПОДГОТОВКА ВЕТЕРИНАРНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В РУДН

**В.Г. Плющиков, Ю.А. Ватников,  
В.Е. Никитченко, И.Г. Серегин**

Кафедра морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы животных  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

Изложены пути совершенствования подготовки ветеринарных специалистов и бакалавров по ветеринарной медицине и ветеринарно-санитарной экспертизе с учетом современных требований сельскохозяйственных и мясо-, рыбо-, молокоперерабатывающих предприятий. Представлены новые тенденции обучения студентов ветеринарного профиля с переходом от информативного к методологическому освоению программ на основе прогноза квалификационной характеристики специальности отраслевой, профессиональной квалификации специалистов и их гражданской нравственности при выполнении служебных обязанностей. При этом рекомендуется более широкое использование электронных средств обучения и интернет-ресурсов.

**Ключевые слова:** студент, программа, обучение, перерабатывающие предприятия, рабочие программы, совершенствование, ситуационные задачи, средства обучения.

Животноводческие отрасли в нашей стране после значительного спада постепенно восстанавливают свои утраченные позиции и набирают темпы дальнейшего развития. Наиболее успешно развиваются птицеводство и свиноводство, которые уже способны обеспечить ценным мясным сырьем и продуктами его переработки. Большое внимание уделяется также увеличению численности поголовья крупного рогатого скота, овец, коз, лошадей и других продуктивных животных. Предприятия мясной промышленности, несмотря на переживаемые трудности, смогли сохранить свои производственные мощности, продолжают расширять ассортимент выпускаемой продукции, и улучшают качество. В различных регионах Российской Федерации функционируют крупные, средние и мелкие животноводческие хозяйства, боенские предприятия, колбасные и консервные заводы, которые обеспечивают население мясом и другими продуктами животного происхождения. Все эти предприятия являются объектами надзора Государственной ветеринарной службы, где специалисты проводят профессиональное обслуживание животных и успешно осуществляют контроль животноводческого сырья и готовой продукции.



Вместе с тем опыт многих перерабатывающих предприятий показывает, что в условиях рыночных отношений усложняется работа ветеринарных специалистов, которые должны контролировать гигиену производственных участков и проводить оценку безопасности выпускаемой продукции животного происхождения. Правила свободной торговли и изменения в системе производства заготовки и переработке животноводческого сырья, расширение сферы деятельности посреднических фирм, оптовых баз и холодильных предприятий могут формировать дополнительные возможности для различных нарушений в гигиене выращивания скота и технологической дисциплине при переработке продукции. Это создает необходимость дальнейшего совершенствования подготовки специалистов для ветеринарного обслуживания животных и ветеринарно-санитарного контроля сырья и продукции на всех этапах оборота. Поэтому сегодня лечебно-профилактическую работу с животными и производственный ветеринарно-санитарный контроль на боенских и перерабатывающих предприятиях должны осуществлять специалисты, получившие в учебных заведениях хорошую теоретическую подготовку и освоившие навыки профессиональной деятельности на разных производственных участках. В современных экономических условиях от выпускников ветеринарного профиля требуется высокая общая профессиональная подготовка, отраслевая, лечебная и инспекторская компетентность, определенная производственная специализация и практические навыки в осуществлении своих функций.

Известно, что современным агрофирмам нужны ветеринарные работники, знающие особенности сельскохозяйственной деятельности в стране и ветеринарно-санитарные требования к каждому производственному участку, т.е. кадры, способные самостоятельно и своевременно решать сложные профессиональные задачи в животноводческих хозяйствах. Предприятия тоже хотят иметь ветеринарных специалистов, умеющих организовать в цехах высокую гигиену и правильно осуществлять входной, операционный и выходной контроль сырья и готовой продукции.

Уже очевидным становится, что ветеринарные кадры в настоящее время надо готовить для работы в условиях большой профессиональной конкуренции и постоянного давления политических и экономических факторов на различные производственные процессы. Использование международных санкций против нашей страны и наши ответные государственные действия, напряженность эпизоотической и эпидемической ситуации в отдельных регионах, постоянные изменения в товарообороте сырья и готовых продуктов, увеличение числа стран Таможенного союза, внедрение требований технических регламентов и новых ветеринарных правил убедительно свидетельствуют об этом. Поэтому сегодня ветеринарных специалистов надо выпускать с учетом современных требований животноводческой продукции и условиях ее переработки.

Подготовка ветеринарных специалистов в РУДН отвечает в основном таким требованиям. Внедрено двухуровневое обучение специалистов по ветеринарно-

санитарной экспертизе (бакалавриат, магистратура) и постоянно совершенствуется подготовка студентов специалитета по ветеринарной медицине. С этой целью аграрный факультет реорганизован в Аграрно-технологический институт, на базе кафедр ветеринарного профиля создан Департамент ветеринарной медицины. Перед коллективом этих подразделений поставлены новые задачи и определены пути дальнейшего совершенствования подготовки ветеринарных специалистов разных направлений.

Сохраняя замечательные традиции РУДН в обучении студентов, профессорско-преподавательский коллектив аграрно-технологического института профессионально правильно понимает свои цели и задачи при работе со студентами, бакалаврами и магистрами. Своевременно подготовлена учебная, методическая и правовая база, скорректированы рабочие программы и календарные планы для занятий, оборудованы специализированные аудитории и классы, приобретены необходимые приборы и наглядные материалы, изданы необходимые учебники и учебные пособия по многим профильным дисциплинам. Профессорско-преподавательский состав имеет возможности поставить подготовку ветеринарных врачей и ветеринарно-санитарных экспертов на новый и более высокий научно-методический уровень с учетом достижений фундаментальных и прикладных исследований в области биологии, медицины и ветеринарии.

Одним из направлений совершенствования подготовки ветеринарных специалистов является усиление экологического и нормативно-правового обучения студентов. Важное значение в решении этих задач будет приобретать введение в базовые ветеринарные дисциплины экологическое и нормативно-правовое обоснование ряда изучаемых ветеринарных проблем. Такой подход уже становится требованием государственных образовательных стандартов и современной практики ветеринарной деятельности на различных объектах.

Не менее важным является увеличение объема знаний по сертификации продовольственных товаров, а также включение в план занятий тем по импорту-экспорту сырья и готовых продуктов, особенностям ветеринарного обслуживания на границе стран Таможенного союза. Кроме того, больше внимания стали уделять вопросам контроля качества и безопасности кормов для продуктивных и непродуктивных животных.

В связи с увеличением импорта сырья и готовых продуктов появились вопросы по ветсанэкспертизе мяса нетрадиционных убойных животных (кенгуру, ламы, черепахи и др.), новых мясных полуфабрикатов (хамон, тримминг, коллагенсодержащее сырье, мясо механической обвалки и др.).

С учетом повышения требований к выпускникам ветеринарного профиля в Аграрно-технологическом институте РУДН готовятся условия, позволяющие включать в подготовку студентов элементы современного производственного контроля на различных участках переработки сырья и изготовления продуктов животного происхождения.

Уже несколько лет на базе клинических ветеринарных дисциплин в институте успешно работает ветеринарная клиника, где студентов знакомят с основами ветеринарной медицины, вопросами терапии, хирургии и акушерства. Организованы лабораторные классы по ветеринарно-санитарной экспертизе, где студентов обучают современным методам государственного ветеринарного надзора на различных объектах и лабораторного контроля животноводческой продукции. Это дает возможность для внеурочной теоретической и практической подготовки студентов с учетом их интересов и специализации. При этом большое внимание уделяется созданию в учебных группах творческой обстановки, потребности в самостоятельном приобретении специальных навыков для лечебной и лабораторной практики.

Кроме того, в основу подготовки ветеринарных специалистов на старших курсах закладываются механизмы вовлечения студентов в активную учебно-познавательную деятельность, предлагаются решения различных ситуационных задач и действий в чрезвычайных ситуациях, которые встречаются в практике работы ветеринарных специалистов. Ухудшение экологической обстановки в ряде регионов страны дополнительно определяет необходимость более глубокого ознакомления студентов с методами и приборами контроля радиационной и химической загрязненности различных объектов, сырья и готовых продуктов.

В учебном процессе по ветеринарной медицине и ветсанэкспертизе предусматривается сообщение студентам актуальных вопросов рыночных отношений в сельскохозяйственных отраслях, современных данных по эпизоотической ситуации в стране, по новым технологиям производства и современным научным методам контроля сырья и готовых продуктов. На занятиях моделируются условия работы ветеринарных специалистов в различных цехах предприятий и внедряется диалоговый метод решения многих производственных вопросов.

Студентов знакомят на выставках с достижениями в работе лучших хозяйств и перерабатывающих предприятий, рынков и холодильников, с вопросами делопроизводства, учета и отчетности в ветеринарии, с использованием электронных средств при оформлении ветеринарных сопроводительных документов. Это способствует повышению методологического, информативного и организационного уровня обучения, вовлечению студентов в активную практическую и научно-исследовательскую работу, позволяющую им самостоятельно решать студенческие научно-практические задачи. При этом приоритетными направлениями в учебном процессе сохраняются лабораторные и практические занятия с усилением роли самостоятельной активности обучающихся.

На завершающем этапе обучения по ветеринарным специальностям наиболее перспективным считается выполнение дипломных работ и их защита на Государственной аттестационной комиссии.

По нашему мнению, новые тенденции высшего образования настоятельно требуют перехода от информативного к методологическому обучению на основе долгосрочного прогноза квалификационной характеристики специальности, отрас-

левой профессиональной квалификации специалистов и прежде всего их гражданской нравственности и коммуникабельности в обществе.

В последние годы в отраслях возрастает потребность в специальностях более узких производственных направлений. В ветеринарной практике такая специализация, например, необходима для предприятий птицеводческой отрасли, лабораторий ветсанэкспертизы на рынках, надзор Госветслужбы на границе и транспорте, таможенных терминалах.

Но глубокая специализация студентов возможна лишь в условиях тесной кооперации учебных вузов с крупными научно-исследовательскими учреждениями, располагающими хорошей кадровой, учебно-методической и научно-технической базой. Поэтому аграрно-технологический институт РУДН поддерживает творческие связи с ВНИИМП, ВИЭВ, ВНИИВМ и другими крупными научно-исследовательскими институтами с ветеринарными лабораториями, а также с боенскими и перерабатывающими предприятиями. Связь с такими учреждениями и предприятиями дает возможность улучшить профессиональную подготовку студентов и поднять общественный престиж ветеринарной специальности, а также заинтересованность отраслевых предприятий в сотрудничестве с нашим университетом.

Для специалистов, работающих в области ветеринарной медицины и ветсанэкспертизы, большое значение имеет современная квалификационная переподготовка ветврачей, позволяющая повысить уровень теоретических знаний и освоить современные методы обследования животных, исследований сырья и готовой продукции. Такую переподготовку в РУДН проводят на базе организованных методических центров и специализированных классов с привлечением ведущих ученых, высококвалифицированных специалистов научно-исследовательских институтов, лабораторий и предприятий, а также ответственных работников государственных ветеринарных учреждений и ведомств.

Сегодня необходимо учитывать, что подготовка и специализация ветеринарных врачей в вузах страны не должна отставать от быстро изменяющихся экономических и социальных отношений в обществе, своевременно предусматривать производственную потребность сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий в специалистах, способных эффективно проводить лечебно-оздоровительные мероприятия на фермах и инспекторский контроль на боенских и перерабатывающих предприятиях. Обеспечение населения животноводческой продукцией, безопасной для потребителей, становится приоритетом в деятельности не только предприятий и торговых организаций, но и учебных заведений, осуществляющих подготовку специалистов в области сельскохозяйственного производства и контроля продовольственных товаров на всех этапах оборота. В РУДН обучением студентов занимаются высококвалифицированные преподаватели, которые считают своим долгом вести подготовку ветеринарных специалистов, способных своевременно и квалифицированно выполнять поставленные перед ними задачи на любом производственном участке.

## **TRAINING OF VETERINARY SPECIALISTS AT PFUR**

**V.G. Plyuschnikov, Y.A. Vatnikov,  
V.E. Nikitchenko, I.G. Seregin**

Agricultural and Technological Institute  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198*

The article sets out ways to improve the training of veterinary specialists and bachelors in veterinary medicine veterinary-sanitary examination to meet modern standards of agricultural and meat, fish products, dairy plants. We present new trends in teaching veterinary students with the transition from an informative to the methodological development of programs based on the forecast of the qualifying characteristics specialty industry, the professional training of specialists and civil morality on duty. Thus, greater use of elearning and online resources recommended.

**Key words:** student, program, training, processing plants, work programs, improvement, case studies, learning tools.

## НАШИ АВТОРЫ

**Арно Тамара Сергеевна** — кандидат биологических наук, ст. научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»; e-mail: nikitchenko@mail.ru

**Ватников Юрий Анатольевич** — доктор ветеринарных наук, профессор, директор Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: vatnikov@yandex.ru

**Волкова Людмила Александровна** — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии ВИЖ им. Л.К. Эрнста; e-mail: natavolkova@inbox.ru

**Волкова Наталья Александровна** — доктор биологических наук, заведующая лабораторией клеточной инженерии ВИЖ им. Л.К. Эрнста; e-mail: natavolkova@inbox.ru

**Гинс Мурат Сабирович** — доктор биологических наук, профессор Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: anirr@bk.ru

**Дивашук Михаил Георгиевич** — кандидат биологических наук, ст. научный сотрудник Центра молекулярной биотехнологии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева; e-mail: divashuk@gmail.com

**Долгов Виктор Андреевич** — доктор ветеринарных наук, профессор ФГБНУ «ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»; e-mail: nikitchenko@mail.ru

**Зиновьева Наталия Анатольевна** — доктор биологических наук, академик РАН, директор ВИЖ им. Л.К. Эрнста; e-mail: n\_zinovieva@mail.ru

**Истомина Ирина Игоревна** — кандидат биологических наук, доцент Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: botanik@agro.pfu.edu.ru

**Кленовицкий Павел Михайлович** — доктор биологических наук, профессор Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; главный научный сотрудник лаборатории репродуктивной криобиологии ВИЖ им. Л.К. Эрнста; e-mail: klenovitskiy\_pm@pfur.ru, klenpm@mail.ru

**Курганов Алексей Александрович** — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Департамента техносферной безопасности, директор Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: v.g.plyushikov@mail.ru

**Лавина Светлана Алексеевна** — доктор биологических наук, вед. научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»; e-mail: nikitchenko@mail.ru

**Ларионова Полина Валентиновна** — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии ВИЖ им. Л.К. Эрнста; e-mail: volpolina@mail.ru

**Молчанова Мария Андреевна** — ассистент кафедры иностранных языков Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: masha013@mail.ru

**Морозова Елена Николаевна** — научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБНУ «ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»; e-mail: morozovaelena77@yandex.ru

**Мухаммед Тауфик Ахмед Каид** — аспирант Департамента техносферной безопасности Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: tawfiq.ahmad@yahoo.com

**Никитченко Владимир Ефимович** — доктор биологических наук, профессор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: v.e.nikitchenko@mail.ru

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

**Никишов Александр Алексеевич** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: a.nikishov@rudn.ru

**Никишов Александр Алексеевич** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: a.nikishov@rudn.ru

**Нитяга Инна Михайловна** — кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств»; e-mail: inga99@mail.ru

**Павлова Марина Евгеньевна** — кандидат биологических наук, доцент Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: pavlova\_m\_e@mail.ru

**Платонова Евгения Константиновна** — старший преподаватель кафедры иностранных языков Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: ek.pltn@gmail.com

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

**Плющиков Вадим Геннадьевич** — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Департамента техносферной безопасности, директор Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: v.g.plyushikov@mail.ru

**Семенов Олег Григорьевич** — кандидат биологических наук, доцент, профессор Департамента техносферной безопасности Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: sog480@mail.ru

**Семенова Елена Анатольевна** — кандидат биологических наук, ст. научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»; e-mail: nikitchenko@mail.ru

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

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

**Терехин Алексей Алексеевич** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: botanik@agro.pfu.edu.ru

**Уша Борис Вениаминович** — академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств»; e-mail: vet-san-dekanat@yandex.ru



**Хайтембу Герхард Шанджешапвако** — аспирант Департамента техносферной безопасности Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: g.haitembu@yahoo.com

**Хоменец Николай Геннадьевич** — кандидат биологических наук, доцент Агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: biology@mail.ru

**Яблонская Маргарита Игоревна** — ассистент кафедры иностранных языков Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: margarita-rudn@list.ru

**ВЕСТНИК**  
**Российского университета**  
**дружбы народов**  
Научный журнал

**Серия**  
**АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО**

**2016, № 1**

Редактор *К.В. Зенкин*  
Компьютерная верстка: *Е.П. Довголевская*

**Адрес редакции:**  
Российский университет дружбы народов  
ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419

**Адрес редакционной коллегии**  
**серии «Агрономия и животноводство»:**  
Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2, Москва, Россия, 117198  
Тел.: (495) 434-70-07  
e-mail: v.e.nikitchenko@mail.ru

---

Подписано в печать 29.02.2016. Формат 60×84/8.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Times New Roman».  
Усл. печ. л. 9,77. Тираж 500 экз. Заказ № 110

Типография ИПК РУДН  
ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419, тел. (495) 952-04-41

**BULLETIN**  
**of Peoples' Friendship**  
**University of Russia**

Scientific journal

**Series**  
**AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES**

**2016, N 1**

Editor *K.V. Zenkin*

Computer design *E.P. Dovgolevskaya*

**Address of the editorial board:**

Peoples' Friendship University of Russia  
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

**Address of the editorial board**

**Series «Agronomy and animal industries»:**  
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198  
Ph. +7 (495) 434-70-07  
e-mail: v.e.nikitchenko@mail.ru

---

Printing run 500 copies

**Address of PFUR publishing house**  
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419  
Ph. +7 (495) 952-04-41

ф. СП-1

ФГУП «ПОЧТА РОССИИ»

АБОНЕМЕНТ на журнал

**36842**

(индекс издания)

**ВЕСТНИК РУДН**  
**Серия «Агрономия**  
**и животноводство»**

Количество  
комплектов:

на 2016 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

**ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА**

ПВ	место	литер

на журнал

**36842**

(индекс издания)

**ВЕСТНИК РУДН**

**Серия «Агрономия и животноводство»**

Стои- мость	подписки	руб. ___ коп.	Количество комплектов:	
	переадресовки	руб. ___ коп.		

на 2016 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)