

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

# СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

УЧРЕДИТЕЛИ: СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ОСНОВАН В 1971 г

Том 47, № 4 (257)



2017  
июль—август

Главный редактор академик РАН А.С. ДОНЧЕНКО  
Заместитель главного редактора О.Н. ЖИТЕЛЕВА

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

|                 |                                                          |
|-----------------|----------------------------------------------------------|
| В.В. Альт       | академик РАН, Новосибирск, Россия                        |
| А.Н. Власенко   | академик РАН, Новосибирск, Россия                        |
| В.В. Власов     | академик РАН, Новосибирск, Россия                        |
| Г.П. Гамзиков   | академик РАН, Новосибирск, Россия                        |
| И.М. Горобей    | доктор сельскохозяйственных наук,<br>Новосибирск, Россия |
| А.С. Денисов    | доктор технических наук, Новосибирск, Россия             |
| Н.А. Донченко   | доктор ветеринарных наук, Новосибирск, Россия            |
| Н.М. Иванов     | доктор технических наук, Новосибирск, Россия             |
| В.К. Каличкин   | доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия    |
| Н.И. Кашеваров  | академик РАН, Новосибирск, Россия                        |
| С.Н. Магер      | доктор биологических наук, Новосибирск, Россия           |
| К.Я. Мотовилов  | член-корреспондент РАН, Новосибирск, Россия              |
| П.М. Першукевич | академик РАН, Новосибирск, Россия                        |
| Н.И. Пыжикова   | доктор экономических наук, Красноярск, Россия            |
| В.А. Солошенко  | академик РАН, Новосибирск, Россия                        |
| Н.А. Сурин      | академик РАН, Красноярск, Россия                         |
| И.Ф. Храмцов    | академик РАН, Омск, Россия                               |
| И.Н. Шарков     | доктор биологических наук, Новосибирск, Россия           |

#### Иностранные члены редколлегии

|               |                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| В.В. Азаренко | доктор технических наук, член-корреспондент<br>Национальной академии наук Беларуси,<br>академик-секретарь Отделения аграрных наук НАН<br>Беларуси, Минск, Беларусь                                                              |
| Б. Бямбаа     | доктор ветеринарных наук, академик Академии наук<br>Монголии, президент Монгольской академии аграрных<br>наук, Улан-Батор, Монголия                                                                                             |
| А.М. Наметов  | доктор ветеринарных наук, член-корреспондент<br>Национальной академии наук Республики Казахстан,<br>председатель правления Национального аграрного<br>научно-образовательного центра Республики Казахстан,<br>Астана, Казахстан |
| Т. Трифонова  | профессор доктор, председатель Сельскохозяйственной<br>академии Республики Болгария, София                                                                                                                                      |

Научный журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» включен в утвержденный ВАК Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны публиковаться основные научные результаты диссертационных работ на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Журнал представлен в международной библиографической базе данных Agris, включен в международный каталог периодических изданий "Ulrich's Periodicals Directory" (издательство "Bowker", США).

«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» входит в Russian Science Citation Index (RSCI) на базе Web of Science.



[www.sibvest.elpub.ru](http://www.sibvest.elpub.ru)



Редакторы Г.Н. Ягунова, Е.В. Мосунова  
Корректор и оператор электронной верстки В.Е. Селянина  
Переводчик М.Е. Рогулькина

Свидетельство о регистрации средств массовой информации ПИ ФС77-64832 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 2 февраля 2016 г.

Издатель: Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук

Адрес редакции: 630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р.п. Краснообск, здание СФНЦА РАН, к. 456, а/я 463.

Тел./факс (383)348-37-62

e-mail: [vestnik.nsk@ngs.ru](mailto:vestnik.nsk@ngs.ru); <http://www.sorashn.ru>

Сдано в набор 20.08.17. Подписано в печать 25.09.17. Формат 60 × 84 1/8. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,5.  
Уч-изд. л. 15,5. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агrobiотехнологий Российской академии наук

©ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий Российской академии наук», 2017

©ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2017



## СОДЕРЖАНИЕ

### *ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ*

- Моторин А.С., Букин А.В.** Водно-физические свойства осушаемых торфяных почв подтаежной зоны Северного Зауралья **5**

### *РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ*

- Галеев Р.Р., Андреева З.В., Самарин И.С.** Урожайность яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от уровня технологического обеспечения **13**

### *САДОВОДСТВО*

- Раченко М.А., Баханова М.В.** Устойчивость к ранним морозам и максимальная морозоустойчивость разных генотипов яблонь **20**

### *ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ*

- Костюк А.В., Лукачева Н.Г.** Остатки гербицида МайсТер в лугово-бурой почве и его последствие **26**

### *ЖИВОТНОВОДСТВО*

- Клименко А.И., Колосов А.Ю., Леонова М.А., Гетманцева Л.В., Бакоев С.Ю., Радюк А.В., Романец Е.А.** Породная дифференциация желательных генотипов гена PRLR у свиней **32**

## CONTENTS

### *AGRICULTURE AND CHEMICALIZATION*

- Motorin A.S., Bukin A.V.** Water-physical properties of drained peat soils of the subtaiga zone of Northern Trans-Ural region

### *PLANT GROWING AND BREEDING*

- Galeev R.R., Andreyeva Z.V., Samarin I.S.** Yields of spring common wheat and spring barley depending on technological support

### *HORTICULTURE*

- Rachenko M.A., Bakhanova M.V.** Resistance to early frosts and maximum winter frost resistance in apple trees of different genotypes

### *PLANT PROTECTION*

- Kostyk A.V., Lukacheva N.G.** MaisTer herbicide residues in brown meadow soil and its aftereffect

### *ANIMAL HUSBANDRY*

- Klimenko A.I., Kolosov A.Yu., Leonova M.A., Getmantseva L.V., Bakoev S.Yu., Radyuk A.V., Romanets E.A.** Differences in desired genotypes of the PRLR gene in pigs of different breeds

**РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО  
И АКВАКУЛЬТУРА****FISH FARMING  
AND AQUACULTURE**

**Гарт В.В., Морузи И.В., Пищенко Е.В., Ядренкина Е.Н.** Сравнительная морфология серебряного карася нормального экстерьера и с фенотипической «мопсовидностью» **38**

**Gart V.V., Moruzi I.V., Pishchenko E.V., Yadrenkina E.N.** Comparative morphology of silver crucian carp (*Carassius carassius gibelio* Bloch, 1783) of normal exterior, and with phenodeviation of pug-likeness

**Фахрутдинова Р.Ш.** Влияние состава комбикорма на рост и развитие молоди радужной форели **48**

**Fakhrutdinova R.Sh.** Effect of combined feed composition on growth and development of rainbow trout fry

**ВЕТЕРИНАРИЯ****VETERINARY SCIENCE**

**Павлов А.В., Смертина Е.Ю.** Изучение активации фотосенсибилизатора излучением с неспецифичной длиной волны **54**

**Pavlov A.V., Smertina E.Yu.** Studying activation of a photosensitizer by radiation with non-specific wavelength

**МЕХАНИЗАЦИЯ  
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА****MECHANIZATION  
AND ELECTRIFICATION  
OF AGRICULTURE**

**Назаров Н.Н., Лившиц В.М., Ивакин О.В.** Ресурсное обеспечение развития технологической системы возделывания зерновых **60**

**Nazarov N.N., Livshits V.M., Ivakin O.V.** Resources support for the development of technological system for grain crops cultivation

**Назаров Н.Н., Яковлев Н.С.** Методические подходы к обоснованию технологической схемы опрыскивателя для защиты зерновых культур **66**

**Nazarov N.N., Yakovlev N.S.** Approaches to substantiating technological schemes of sprayers for protecting grain crops

**АВТОМАТИЗАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И ИНФОРМАЦИОННОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ****AUTOMATION, MODELING  
AND DATAWARE**

**Алейников А.Ф., Минеев В.В., Елкин О.В.** Новый принцип геометрических измерений для плодов, черенков и саженцев **73**

**Aleynikov A.F., Mineyev V.V., Elkin O.V.** A new principle for measuring geometrical parameters of fruits, cuttings and nurslings

**ПЕРЕРАБОТКА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ПРОДУКЦИИ**

**AGRIPRODUCTS  
PROCESSING**

**Луницын В.Г., Неприятель А.А.** Новые продукты функционального питания на основе продукции мараловодства

82

**Lunitsyn V.G., Nepriyatel A.A.** New stuffs of functional nutrition based on antlered deer products

**ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ**

**PROBLEMS. OPINIONS**

**Чепурин Г.Е.** Формулирование новизны результатов исследования, их значение для науки и практики

88

**Chepurin G.E.** Formulation of novelty of research results, their importance for science and practice

**Горобей И.М., Осипова Г.М.** Проблема бактериозов растений и подходы к ее решению

94

**Gorobey I.M., Osipova G.M.** The problem of bacterioses in plants and approaches to solving it

**НАУЧНЫЕ СВЯЗИ**

**SCIENTIFIC RELATIONS**

**Рамазанова Ф.М.** Влияние промежуточных посевов кормовых культур на плодородие орошаемых почв Азербайджана

103

**Ramazanova F.M.** The effect of intermediate sowing of fodder crops on soil fertility of irrigated soils in Azerbaijan

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

**BRIEF REPORTS**

**Елкин О.В., Лапченко Е.А., Исакова С.П.** Применение информационных технологий с использованием web-комплекса «ПИКАТ» в сельском хозяйстве

110

**Elkin O.V., Lapchenko E.A., Isakova S.P.** The use of information technologies with the PIKAT web complex in agriculture

**КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ**

**CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY**

**Рецензия** на монографию Г.Д. Чимитдоржиевой «Органическое вещество холодных почв» (Улан-Удэ: изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 384 с.)

115

**Review** of the monograph by G.D. Chimitdorzhieva “Organic matter of cold soils” (Ulan-Ude: BNTs SO RAN Publishing, 2016. - 384 p.)



УДК 626.8:551.345:554.495 (571.1)

## ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

**А.С. МОТОРИН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,**

**А.В. БУКИН, кандидат биологических наук, доцент**

*Государственный аграрный университет Северного Зауралья*

*625008, Россия, Тюмень, ул. Республики, 7*

*e-mail: a.s.motorin@mail.ru*

Изложены результаты многолетних (1973–2013) исследований водно-физических свойств длительно сезонно-мерзлотных среднесиловых торфяных почв подтаежной зоны Северного Зауралья. Установлено, что среднесиловая торфяная почва после осушения до первичной обработки состоит на 84 % из частиц размером более 10 мм. В черном и сидеральном пару за 2 года число частиц размером 3–10 мм возросло в 4,1–4,4 раза, под картофелем – в 3,3, под многолетними травами – в 2,3 раза. Минеральные удобрения увеличили количество агрономически ценных агрегатов меньше, чем обработки. Особенно слабое действие они проявили под многолетними травами (7 %). Плотность сложения торфяной почвы под влиянием двухлетнего парования увеличилась в пахотном слое (0,2 м) на 15 % за счет уплотнения и повышения степени разложения на 4–6 %. Под многолетними травами после однолетних культур основные изменения плотности сложения произошли в течение 20 лет после осушения. По сравнению с исходными данными плотность сложения в корнеобитаемом слое увеличилась на 44,9 %, на глубине 0,6–1,0 м – на 11 %. В течение последующих 20 лет плотность сложения по всему метровому слою почвы увеличилась на 5,0–5,6 %. Плотность сложения в полуметровом слое под многолетними после однолетних культур за 40-летний период повысилась в 3,6 раза больше по сравнению с осушаемой необрабатываемой торфяной почвой. Основное увеличение плотности твердой фазы почвы происходит в слое 0,3 м в течение 17 лет. В последующие 13 лет интенсивность этого процесса снижается в 4,4 раза. Через 20 лет плотность твердой фазы почвы стабилизируется. На глубине 0,6–1,0 м она оставалась постоянной все годы исследований. В результате внесения добавок минерального грунта в торфяную почву плотность твердой фазы в пахотном слое увеличивалась на 11,4–15,8 %. Наименьшая влагоемкость под многолетними травами за 40-летний период в слое 0,5 м сократилась на 6,7 % и составила 297,2 мм. При этом последние 10 лет она практически не изменилась (1,9 %). При внесении добавок минерального грунта нормой 300 т/га полная влагоемкость в пахотном слое снизилась на 4,1–4,4 %.

**Ключевые слова:** водно-физические свойства, торфяная почва, плотность сложения, твердая фаза почвы, наименьшая влагоемкость.

Водно-физические свойства торфяных почв – важные показатели эффективного плодородия. До осушения характер изменения водно-физических свойств торфов определяется природными факторами [1].

Осушение и сельскохозяйственное использование торфяных почв коренным образом изменяют в них ход биологических и физико-химических процессов [2]. На протяжении многолетних исследований получены



важные данные о физических свойствах торфяных почв в естественном состоянии и их изменениях в результате осушения [3]. Коллективная монография белорусских и польских почвоведов и мелиораторов содержит полезные данные по этому вопросу [4]. Низинные торфяные почвы на 85–95 % состоят из органического вещества. Именно оно определяет важнейшие водно-физические свойства торфяных почв [5].

Накопленные данные по изменению водно-физических свойств торфяных почв при осушении и сельскохозяйственном использовании отражают в основном лишь происходящие изменения [6]. Причины изменения водно-физических свойств, тенденции этих процессов по мере возрастания срока сельскохозяйственного использования изучены слабо [7]. Изменения водно-физических свойств носят функциональный характер и обусловлены преимущественно хозяйственным использованием почвы и состоянием ее поверхности [8]. Одно осушение лишь создает предпосылки для сельскохозяйственного использования торфяных почв [9–11].

Возделывание сельскохозяйственных культур и связанное с этим периодическое рыхление почвы (вспашка, дискование и др.), использование органических и минеральных удобрений оказывают существенное влияние на водно-физические свойства торфяной почвы [12]. Одним из наиболее эффективных способов агромелиорации, направленных на оптимизацию водно-физических свойств торфяных почв, является внесение добавок минерального грунта [13]. Влияние осушения и сельскохозяйственного использования на водно-физические свойства торфяных почв в своеобразных условиях подтаежной зоны Северного Зауралья изучено недостаточно. Еще меньше внимания уделено агромелиоративным приемам их оптимизации.

Цель исследований – изучить особенности водно-физических свойств осушаемых длительно сезонно-мерзлотных торфяных почв подтаежной зоны Северного Зауралья.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили с 1973 по 2013 г. на низинном болоте Ернякуль в подтаежной зоне Северного Зауралья. Болото Ернякуль площадью 11 тыс. га расположено в Юргинском районе на водоразделе рек Тобол и Вагай, который в геоморфологическом отношении представляет собой аккумулятивную четвертичную равнину. Территория данного геоморфологического уровня сильно заболочена ввиду слабой дренированности.

Осушение проведено в 1968–1971 гг. на площади 2400 га сетью открытых каналов глубиной 1,5–1,7 м с расстоянием между ними 200 и 400 м. Магистральный канал осушительной системы глубиной 2,5 м впадает в р. Илиней. В 1987–1990 гг. осуществлена реконструкция мелиоративной системы, направленная на повышение эффективности регулирующей и проводящей сети. На опытных участках определяли водно-физические свойства осушаемой обрабатываемой и необрабатываемой среднеторфяной почвы (слой торфа 1,5 м), растениями-торфообразователями которой были осоки, тростник, гипнум и др. Широкое распространение тростника как торфообразователя указывает на существование в прошлом водоема на месте болота. Первичная обработка на опытном участке проведена фрезой ФБН-0,9 на глубину 16–18 см. Первые 2 года возделывали однолетние культуры (гороховая смесь и озимая рожь) на зеленый корм. Затем проведено залужение многолетними травами (кострецом безостым и овсяницей луговой), которые через 5–7 лет пересевали. В период перезалужения 2–3 года высевали однолетние культуры. В течение последних 15 лет на осушительной системе произрастают многолетние травы без перезалужения. Овсяница луговая выпала из травостоя через 5 лет, кострец безостый сохранился хорошо (90–95 %).

Влияние агротехнических приемов на агрегатный состав торфа и водно-физические свойства изучали в полевом опыте на двух фонах питания: без удобрений и

N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>180</sub>. Делянки черного пара обрабатывали дисковыми боронами БДТ-2,5 3–4 раза в течение вегетационного периода на глубину 10–12 см с последующим прикатыванием 3 КВБ-1,5. В качестве сидератов использовали зеленую массу горохоовсяной смеси, измельченную КИР-1,5. Растительную массу заделывали в почву дискованием. Картофель сорта Прикульский ранний высаживали сажалкой СН-4Б в гребни нормой 35 ц/га. Многолетние травы в полевом опыте высевали по методу ускоренного залужения.

В качестве добавок минерального грунта использовали песок, глину, горизонт А0 лугово-болотной почвы нормой 300 т/га. Для внесения использовали разбрасыватель органических удобрений 1-ПТУ-4,0. Перемешивали грунт с торфом дисковой бороной.

Водно-физические свойства и агрегатно-дисперсный состав торфа изучали по методикам, общепринятым в почвоведении [14–16]. Для отбора почвенных образцов закладывали разрезы на постоянных (закрепленных) площадках.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что изменения водно-физических свойств носят функциональный характер и обусловлены преимущественно хозяйственным использованием почвы и состоянием ее поверхности. Свидетельством тому является агрегатный состав торфяной почвы. Определение агрегатного состава показало, что осушенная средне-мощная торфяная почва до проведения первичной обработки состояла на 84 % из частиц размером более 10 мм. Через 2 года после парования их содержание снизилось до 45 %. Под картофелем количество таких частиц составило 52,8 %, в то время как на делянках, занятых многолетними травами, 68,1 %. В результате воздействия обработки и микрофлоры на удобренном фоне содержание крупных агрегатов снизилось в черном пару до 29,5 %, под картофелем до 37,4 %. Под многолетними травами их количество почти не изменилось.

Результаты исследований свидетельствуют, что в процессе окультуривания торфяной почвы происходит резкое возрастание частиц размером 3–10 мм. Если осушаемая целинная почва содержала их всего 10 %, то в черном и сидеральном пару количество таких агрегатов возросло в 4,1–4,4 раза, а под картофелем – в 3,3 раза. Менее всего возросло содержание рассматриваемых агрегатов под многолетними травами, где оно повысилось только в 2,3 раза. Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению агрономически ценных агрегатов меньше, чем обработки. Особенно слабое действие они проявили под многолетними травами, где количество частиц размером 3–10 мм возросло на 7 %.

Агрегаты размером 0,5–3,0 мм занимают небольшой удельный вес в окультуриваемой почве, что связано, видимо, с малой глубиной распада органического вещества торфа. Наибольшее их количество содержится в черном пару и под картофелем и составляет 16–18 %.

К концу второго года окультуривания в черном пару без внесения удобрений содержание агрономически ценных агрегатов 0,5–10 мм составило 55 % против 33 % под многолетними травами и 71 и 45 % при внесении удобрений. Среди культур самое высокое содержание их было под картофелем, соответственно 47 и 63 %.

Полученные данные по изменению агрегатного состава торфяной почвы хорошо согласуются с результатами определения ее плотности сложения (табл. 1).

Паровые обработки способствовали увеличению степени разложения торфа в пахотном слое на 4–6 %. Плотность сложения возросла на 15 % за счет уплотнения и минерализации торфа. Под многолетними травами в течение первых двух лет она осталась почти без изменений. Уплотнение играет определяющую роль, так как биологическая активность почвы под многолетними травами низкая.

Увеличение плотности сложения торфяной почвы на осушаемом, но необрабатываемом участке происходит за счет уплотнения существенно меньше, чем под

Таблица 1

**Изменение плотности сложения среднеслойной торфяной почвы под влиянием агротехнических приемов, г/см<sup>3</sup>**

| Глубина, м | Осушаемый необрабаты-<br>ваемый участок |              | Черный пар<br>2 года | Многолетние травы                |                       |        |        |
|------------|-----------------------------------------|--------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------|--------|--------|
|            | перед за-<br>кладкой<br>опыта           | через 40 лет |                      | Ускоренное залуже-<br>ние 2 года | После однолетних трав |        |        |
|            |                                         |              |                      |                                  | 5 лет                 | 21 год | 40 лет |
| 0–0,1      | 0,14                                    | 0,15         | 0,18                 | 0,15                             | 0,14                  | 0,21   | 0,24   |
| 0,1–0,2    | 0,15                                    | 0,16         | 0,16                 | 0,15                             | 0,15                  | 0,22   | 0,21   |
| 0,2–0,3    | 0,15                                    | 0,15         | 0,16                 | 0,15                             | 0,15                  | 0,21   | 0,21   |
| 0,3–0,4    | 0,15                                    | 0,16         | 0,15                 | 0,15                             | 0,15                  | 0,19   | 0,20   |
| 0,4–0,5    | 0,14                                    | 0,15         | 0,15                 | 0,15                             | 0,14                  | 0,17   | 0,17   |
| 0,6–1,0    | 0,14                                    | 0,14         | 0,14                 | 0,14                             | 0,14                  | 0,15   | 0,15   |

многолетними травами, возделываемыми после однолетних культур (озимая рожь на зеленый корм и горохоовсяная смесь на зерносенаж). Необходимо отметить, что на необрабатываемом участке плотность сложения почвы увеличивается примерно одинаково по всему полуметровому слою. Под влиянием обработок и выращивания кормовых культур плотность сложения повышается главным образом в слое 0,3 м. Это свидетельствует о более активной минерализации торфа в корнеобитаемом слое.

Под многолетними травами основные изменения плотности сложения произошли в течение 21 года после осушения. По сравнению с исходными данными плотность сложения увеличилась в корнеобитаемом слое на 44,9 %, 0,5 м – на 34,4 %. В подпахотном слое (0,3–0,5 м) за этот период плотность сложения возросла на 21,1 %. На глубине 0,6–1,0 м в результате осадки плотность сложения увеличилась на 11 %. В течение последующих 20 лет плотность сложения изменилась незначительно. Для слоя 0,2 м эта величина составляет всего 5,6 %, 0,5 м – 3,5 %, на глубине 0,6–1,0 м – 5,0 %.

Анализ данных по изменению плотности сложения и зольности торфяной почвы показал, что их темпы и абсолютные значения ниже оптимальных величин для выращивания всех сельскохозяйственных культур. Плотность сложения торфяной почвы мож-

но существенно изменить путем обогащения минеральными добавками. Максимальные ее изменения наблюдаются в верхнем слое и не зависят от вида внесенной добавки. Так, при внесении всех добавок нормой 300 т/га плотность сложения в пахотном слое увеличилась в 1,6 раза по сравнению с контролем (табл. 2). Изменение плотности сложения обусловлено прежде всего возрастанием зольности от 6 до 26,8–29,8 %.

Полученные многолетние результаты позволяют сделать вывод, что плотность сложения осушаемой обрабатываемой торфяной почвы претерпевает значительные изменения на начальных этапах освоения. Причем это наиболее характерно для верхнего корнеобитаемого слоя. Достигнуть существенных изменений плотности сложения можно за счет обработки и других факторов антропогенного воздействия. К числу по-

Таблица 2

**Влияние внесения добавок минерального грунта на плотность сложения среднеслойной торфяной почвы, г/см<sup>3</sup>**

| Глубина, м | Контроль | Добавка, 300 т/га |       |                            |
|------------|----------|-------------------|-------|----------------------------|
|            |          | песок             | глина | лугово-болотная почва (А0) |
| 0–0,2      | 0,14     | 0,24              | 0,23  | 0,23                       |
| 0,2–0,4    | 0,14     | 0,15              | 0,14  | 0,15                       |
| 0,4–0,6    | 0,14     | 0,15              | 0,15  | 0,14                       |



Таблица 3

Плотность твердой фазы среднemoshной торфяной почвы, г/см<sup>3</sup>

| Время определения после осушения | Место определения (участок) | Глубина, м |         |         |         |         |         |
|----------------------------------|-----------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                  |                             | 0–0,1      | 0,1–0,2 | 0,2–0,3 | 0,3–0,4 | 0,4–0,5 | 0,6–1,0 |
| Через 5 лет                      | Необрабатываемый            | 1,50       | 1,56    | 1,50    | 1,51    | 1,48    | 1,49    |
| Через 17 лет                     | »                           | 1,56       | 1,58    | 1,62    | 1,47    | 1,50    | 1,51    |
|                                  | Под многолетними травами    | 1,84       | 1,79    | 1,62    | 1,49    | 1,57    | 1,50    |
| Через 30 лет                     | Необрабатываемый            | 1,56       | 1,60    | 1,54    | 1,50    | 1,57    | 1,52    |
|                                  | Под многолетними травами    | 1,94       | 1,82    | 1,68    | 1,54    | 1,55    | 1,49    |
| Через 40 лет                     | Необрабатываемый            | 1,56       | 1,58    | 1,58    | 1,58    | 1,56    | 1,50    |
|                                  | Под многолетними травами    | 1,88       | 1,86    | 1,69    | 1,55    | 1,56    | 1,51    |

следних необходимо отнести добавки минерального грунта.

Плотность твердой фазы является более устойчивым показателем физических свойств торфяной почвы. Подтверждением тому служит отсутствие заметных различий этого параметра в верхних и нижних слоях почвы (табл. 3). На осушаемом необрабатываемом участке плотность твердой фазы торфяной почвы за 40-летний период исследований практически не изменилась. Все годы на нем произрастала естественная осоковая и разнотравная растительность. Участок также был покрыт кустарниковой растительностью с примесью березы. Полученные результаты свидетельствуют о низкой биологической активности почвы. Подтвердился ранее полученный вывод, что одно осушение лишь создает предпосылки для сельскохозяйственного использования торфяных почв. Благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов и роста сельскохозяйственных растений создаются при применении агроприемов (обработок, внесения удобрений и др.).

Усиление минерализации органического вещества торфа обусловило повышение плотности твердой фазы в слое 0,3 м через 40 лет на 0,29 г/см<sup>3</sup> (18,6 %) по сравнению с необрабатываемой почвой. Основные изменения произошли в первые годы, когда проводилась ее многократная обработка (фрезерование, дискование) под посев од-

нолетних культур и многолетних трав. Например, если через 5 лет после осушения плотность твердой фазы почвы в слое 0,3 м составляла 1,52 г/см<sup>3</sup>, то через 17 лет – 1,75 г/см<sup>3</sup> (15,1 %). За последующие 13 лет плотность твердой фазы почвы возросла до 1,81 г/см<sup>3</sup> (3,4 %). За последние 10 лет исследований изменений плотности почвы не установлено. В подпахотном слое 0,3–0,5 м только в первые 12 лет плотность твердой фазы увеличилась на 2,7 %. На глубине 0,6–1,0 м плотность твердой фазы оставалась стабильной все годы исследований. Многолетние данные позволили сделать вывод, что плотность твердой фазы увеличивается только в верхнем биогенном слое. По мере формирования плотной дернины под многолетними травами снижается минерализация органического вещества торфа и наступает стабилизация плотности твердой фазы почвы.

В короткие сроки плотность твердой фазы почвы можно увеличить, используя добавки минерального грунта. Нашими исследованиями установлено, что в результате внесения минерального грунта в среднemoshную торфяную почву происходит увеличение ее плотности твердой фазы в пахотном слое на 11,4–15,8 % (табл. 4).

Следует подчеркнуть, что значительное увеличение плотности твердой фазы происходит только в первый год внесения добавок минерального грунта. Это свидетельствует о

Таблица 4

**Плотность твердой фазы среднеторфяной почвы при внесении добавок минерального грунта, г/см<sup>3</sup>**

| Глубина, м | Контроль | Добавка, 300 т/га |       |                            |
|------------|----------|-------------------|-------|----------------------------|
|            |          | песок             | глина | Лугово-болотная почва (А0) |
| 0–0,2      | 1,58     | 1,83              | 1,79  | 1,76                       |
| 0,2–0,4    | 1,57     | 1,61              | 1,59  | 1,61                       |
| 0,4–0,6    | 1,62     | 1,61              | 1,61  | 1,59                       |

незначительном поступлении зольных веществ как продуктов минерализации органического вещества торфа.

Увеличение плотности сложения и твердой фазы торфяной почвы приводит к изменению такого важнейшего показателя, как влагоемкость. Это подтверждается наличием тесной коррелятивной зависимости между плотностью сложения и полной влагоемкостью. Для среднеторфяной почвы она выражается следующим уравнением регрессии:

$$W_{\text{ПВ}} = 95,32 - 33,1 \, dv \text{ при } r = 0,92.$$

При внесении добавок минерального грунта нормой 300 т/га полная влагоемкость среднеторфяной почвы в слое 0,2 м снижается на 3,7–4,0 мм (4,1–4,4 %). В подпахотном слое она практически не изменяется (табл. 5).

Под многолетними травами за 40-летний период наименьшая влагоемкость в полуметровом слое сократилась на 19,8 мм

Таблица 5

**Полная влагоемкость среднеторфяной почвы при внесении добавок минерального грунта, мм**

| Глубина, м | Контроль | Добавка, 300 т/га |       |                            |
|------------|----------|-------------------|-------|----------------------------|
|            |          | глина             | песок | лугово-болотная почва (А0) |
| 0–0,2      | 90,9     | 87,2              | 87,1  | 86,9                       |
| 0,2–0,4    | 91,0     | 91,0              | 90,8  | 90,8                       |
| 0,4–0,6    | 91,4     | 90,8              | 90,6  | 91,0                       |
| 0–0,6      | 273,3    | 269,0             | 268,5 | 268,7                      |

(6,7 %). Необходимо отметить, что за последние 10 лет влагоемкость практически не изменялась (1,9 %). Несмотря на сокращение, наименьшая влагоемкость в полуметровом слое остается высокой (297,2 мм), достаточной для выращивания всех культур, включая влаголюбивые многолетние травы.

## ВЫВОДЫ

1. Среднеторфяная почва после осушения до первичной обработки состоит на 84 % из частиц размером более 10 мм. Под влиянием агротехнических приемов резко возрастает содержание частиц размером 3–10 мм. В черном и сидеральном пару их количество за два года возросло в 4,1–4,4 раза, под картофелем – в 3,3 раза, под многолетними травами повысилось только в 2,3 раза. Минеральные удобрения увеличили количество агрономически ценных агрегатов меньше, чем обработки. Особенно слабое действие они проявили под многолетними травами (7 %).

2. Плотность сложения торфяной почвы под влиянием двухлетнего парования увеличилась в слое 0,2 м на 15 % за счет уплотнения и повышения степени разложения торфа на 4–6 %. Под многолетними травами после однолетних культур основные изменения плотности сложения произошли в течение 20 лет после осушения. По сравнению с исходными данными плотность сложения в корнеобитаемом слое увеличилась на 44,9 %. В подпахотном слое (0,3–0,5 м) за этот период она возросла на 21,1 %; на глубине 0,6–1,0 м – на 11 %. В течение последующих 20 лет плотность сложения по всему метровому слою почвы увеличилась на 5–5,6 %.

3. Одно осушение лишь создает предпосылки для сельскохозяйственного использования торфяных почв. Плотность сложения осушаемой необрабатываемой торфяной почвы увеличилась в 0,5-метровом слое за 40-летний период в 3,6 раза меньше, чем под многолетними травами после однолетних культур. На необрабатываемом участке плотность сложения торфяной почвы возрастает примерно одинаково по всему полуметровому слою, что подтверждает процесс осадки.

4. Основное увеличение плотности твердой фазы торфяной почвы в корнеобитаемом слое происходит в первые 17 лет после осушения (15,1 %). В последующие 13 лет процесс снижается в 4,4 раза. Через 30 лет плотность твердой фазы стабилизируется. На глубине 0,6–1,0 м плотность почвы остается постоянной все годы исследований. По мере формирования плотной дернины под многолетними травами снижается минерализация органического вещества торфа и наступает стабилизация твердой фазы почвы. В результате внесения добавок минерального грунта в торфяную почву плотность твердой фазы в пахотном слое увеличивается на 11,4–15,8 %.

5. Под многолетними травами за 40-летний период наименьшая влагоемкость в полуметровом слое сократилась на 6,7 %. При этом последние десять лет она практически не изменилась (1,9 %). При внесении добавок минерального грунта нормой 300 т/га полная влагоемкость в пахотном слое снижается на 4,1–4,4 %. Несмотря на сокращение, наименьшая влагоемкость в слое 0,5 м остается высокой (297,2 мм), достаточной для выращивания всех культур, включая влаголюбивые многолетние травы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Маслов Б.С.** Гидрология торфяных болот. – М.: Россельхозакадемия, 2009. – 266 с.
2. **Инишева Л.И., Белова Е.В.** Агрохимические, биологические свойства и режимы осушенных агроторфяных почв // Агрохимия. – 2003. – № 4. – С. 22–28.
3. **Бамбалов Н.Н., Ракович В.А.** Роль болот в биосфере. – Минск: Белнаука, 2005. – 285 с.
4. **Белковский В.И., Лихацевич А.П., Мееровский А.С., Юрчук С., Островски Я.** Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше. – Минск: Хата, 2002. – 280 с.
5. **Зайдельман Ф.Р.** Минеральные и торфяные почвы полесских ландшафтов. – М.: КРАСАНД, 2013. – 440 с.
6. **Моторин А.С.** Влияние глубины залегания грунтовых вод на водно-физические свойства торфяных почв Северного Зауралья // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 1. – С. 5–11.

7. **Куликов Я.К.** Почвенно-экологические основы оптимизации сельскохозяйственных угодий Беларуси. – Минск: БГУ, 2000. – С. 24–32.
8. **Синькевич Е.И.** Пути регулирования плодородия торфяных почв Европейского Севера. – Л.: Наука, 1985. – 266 с.
9. **Новохатин В.В.** Мелиорация болотных ландшафтов Западной Сибири. – Тюмень: ТГУ, 2008. – 200 с.
10. **Глистин М.В., Устинов М.Т.** Сибирская мелиорация земель: 50-летний этап // Мелиорация и водное хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 44–47.
11. **Кирейчева Л.В.** Инновационные технологии повышения продуктивности мелиорируемых земель Барабинской низменности // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 45–50.
12. **Моторин А.С.** Плодородие торфяных почв Западной Сибири. – Новосибирск: ГРПО СО РАСХН, 1999. – 284 с.
13. **Мажайский Ю.А., Курчевский С.М.** Повышение продуктивности мелкозалежных торфяных почв при внесении минеральных добавок // Агрохимический вестник. – 2015. – № 1. – С. 15–17.
14. **Зайдельман Ф.Р.** Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв. – М.: Колос, 2008. – 486 с.
15. **Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.** Методы исследования физических свойств почв. – М.: МГУ, 1986. – 416 с.
16. **Годлин М.М.** Агрегатно-дисперсный и дисперсный состав торфяных почв // Почвоведение. – 1969. – № 5. – С. 113–121.

#### REFERENCES

1. **Maslov B.S.** Gidrologiya torfyanykh bolot. – M.: Rossel'khozakademiya, 2009. – 266 s.
2. **Inisheva L.I., Belova E.V.** Agrokhimicheskie, biologicheskie svoystva i rezhimy osushennykh agrotorfyanykh pochv // Agrokhimiya. – 2003. – № 4. – S. 22–28.
3. **Bambalov N.N., Rakovich V.A.** Rol' bolot v biosfere. – Minsk: Belnauka, 2005. – 285 s.
4. **Belkovskii V.I., Likhatshevich A.P., Meerovskii A.S., Yurchuk S., Ostrovskii Ya.** Ispol'zovanie i okhrana torfyanykh kompleksov v Belarusi i Pol'she. – Minsk: Khata, 2002. – 280 s.
5. **Zaidel'man F.R.** Mineral'nye i torfyanye pochvy polesskikh landshaftov. – M.: KRASAND, 2013. – 440 s.
6. **Motorin A.S.** Vliyanie glubiny zaleganiya gruntovykh vod na vodno-fizicheskie svoystva torfyanykh

- pochv Severnogo Zaural'ya // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – № 1. – S. 5–11.
7. **Kulikov Ya.K.** Pochvenno-ekologicheskie osnovy optimizatsii sel'skokhozyaistvennykh ugodii Belarusi. – Minsk: BGU, 2000. – S. 24–32.
  8. **Sin'kevich E.I.** Puti regulirovaniya plodorodiya torfyanykh pochv Evropeiskogo Severa. – L.: Nauka, 1985. – 266 s.
  9. **Novokhatin V.V.** Melioratsiya bolotnykh landshtafov Zapadnoi Sibiri. – Tyumen': TGU, 2008. – 200 s.
  10. **Glistin M.V., Ustinov M.T.** Sibirskaya melioratsiya zemel': 50-letnii etap // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. – 2016. – № 3. – S. 44–47.
  11. **Kireicheva L.V.** Innovatsionnye tekhnologii povysheniya produktivnosti melioriruemykh zemel' Barabinskoi nizmennosti// Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. – 2015. – № 6. – S. 45–50.
  12. **Motorin A.S.** Plodorodie torfyanykh pochv Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: GRPO SO RASKhN, 1999. – 284 s.
  13. **Mazhaiskii Yu.A., Kurchevskii S.M.** Povyshenie produktivnosti melkozaleznykh torfyanykh pochv pri vnesenii mineral'nykh dobavok // Agrokhimicheskii vestnik. – 2015. – № 1. – S. 15–17.
  14. **Zaidel'man F.R.** Metody ekologo-meliorativnykh izyskaniy i issledovaniy pochv. – M.: Kolos, 2008. – 486 s.
  15. **Vadyunina A.F., Korchagina Z.A.** Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – M.: MGU, 1986. – 416 s.
  16. **Godlin M.M.** Agregatno-dispersnyi i dispersnyi sostav torfyanykh pochv // Pochvovedenie. – 1969. – № 5. – S. 113–121.

## WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF DRAINED PEAT SOILS OF THE SUBTAIGA ZONE OF NORTHERN TRANS-URAL REGION

**A.S. MOTORIN, Doctor of Science in Agriculture, Professor,  
A.V. BUKIN, Candidate of Science in Biology, Associate Professor**

*Northern Trans-Ural State Agrarian University  
7, Respubliki St, Tyumen, 625003, Russia  
e-mail: a.s.motorin@mail.ru*

Results are given from long-term (1973–2013) studies on water-physical properties of seasonally frozen medium-textured peat soils of the subtaiga zone of Northern Trans-Ural region. It has been established that the medium-textured peat soil after drainage and before primary tillage 84 percent consists of particles of more than 10 mm in size. For two years, the number of particles of 10–3 mm in size increased 4.1–4.4 times in black and green fallows, 3.3 times in potato, 2.3 times in perennial grasses. Mineral fertilizers have lesser increased the number of agronomically valuable aggregates than tillage did. They showed a particularly weak effect (7 %) in perennial grasses. The density of peat soil bulk in the 0.2 m arable layer has increased by 15 percent as influenced by two-year fallowing. This occurred due to soil compaction and increased degree of decomposition by 4–6 percent. In perennial grasses after annual crops, the main changes in the soil bulk density occurred within 20 years after drainage. Compared with the initial data, the soil bulk density in the root layer has increased by 44.9%, at the depth of 0.6–1.0 m by 11%. Over the subsequent twenty years, the density of the entire one meter layer of soil increased by 5.0–5.6%. For 40-year period, the density in the 0.5 m layer of soil under perennial grasses after annual crops increased 3.6 times greater than that of the drained untilled peat soil did. The main increase in the density of the solid phase of soil occurred in the 0.3 m layer during 17 years. In the subsequent thirteen years, the intensity of this process decreased 4.4 times. In twenty years, the density of the solid phase of soil stabilized. At the depth of 0.6–1.0 m, it remained constant during all the years of study. As a result of adding mineral soil to peat soil, the density of the solid phase in the arable layer increased by 11.4–15.8%. The minimum moisture capacity of soil under perennial grasses in the 0.5 m layer decreased by 6.7% for 40 years, and made up 297.2 mm. With that, it has practically not changed for the last ten years. When applying mineral soil additives in a rate of 300 t/ha, the total moisture capacity in the arable layer decreased by 4.1–4.4%.

**Keywords:** water-physical properties, peat soil, soil bulk density, solid phase of soil, minimum moisture capacity.

*Поступила в редакцию 11.06.2017*





УДК 633.111.1: 633.162

**УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

**Р.Р. ГАЛЕЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
З.В. АНДРЕЕВА, доктор биологических наук, заведующая кафедрой,  
И.С. САМАРИН, аспирант**

*Новосибирский государственный аграрный университет  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160  
e-mail: rastniev@mail.ru*

Представлены результаты изучения влияния интенсивной технологии возделывания зерновых культур на элементы продуктивности яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя в лесостепи Новосибирского Приобья, в Ордынском районе Новосибирской области в 2014–2016 гг. Проведены исследования сортов ярового ячменя и яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в условиях традиционного и интенсивного уровней земледелия. При использовании интенсивной технологии возделывания прибавка урожая у сортов пшеницы Новосибирская 31 и Новосибирская 18 составила 37,7 и 45,5 %, у сортов ячменя Биом и Омский голозерный 2 – 44,3 и 54,1 % соответственно. Отмечено достоверное увеличение числа зерен в колосе, массы 1000 зерен, числа колосков в колосе у всех исследуемых сортов ярового ячменя и яровой мягкой пшеницы. Выявлена высокая взаимосвязь урожайности ярового ячменя с показателями: масса зерна с растения, число зерен в колосе и масса 1000 зерен. Уровень интенсификации имеет наибольшее влияние на фенотипическое варьирование числа зерен колоса, массы зерна колоса и содержание сырой клейковины в зерне у яровой мягкой пшеницы, на число зерен в колосе, массу 1000 зерен и число колосков в колосе у ярового ячменя, а также на урожайность этих двух культур. Доля влияния генотипа по этим признакам несколько ниже, чем доля влияния уровня интенсификации производства.

**Ключевые слова:** яровая мягкая пшеница, яровой ячмень, сорт, площадь листьев, генетический потенциал, интенсивная технология, урожайность.

Урожайность зерновых культур в России значительно ниже, чем в развитых странах, и характеризуется высокой вариабельностью из-за недостаточного действия факторов интенсификации на ее стабильность при различных условиях года [1–2]. Недостаточный уровень интенсификации приводит к низкому использованию генетического потенциала сортов в производственных условиях [3, 4]. Особое значение при внедрении новых сортов отводится усовершенствованию основных элементов технологии возделывания [5–7].

Интенсификация земледелия выдвигает на первый план требования к разработке высокоэффективных приемов использования

минеральных удобрений, гербицидов и других средств химизации, что формирует не менее половины прибавки урожайности зерновых и других культур [8, 9].

Реализация генетического потенциала современных сортов является крупным резервом растениеводства, способствующим значительному увеличению и стабилизации производства сельскохозяйственной продукции [10–12]. Важную роль имеют адаптивные сорта, обладающие комплексной устойчивостью к вредным организмам и способные формировать высокое качество зерна в условиях ограниченной вегетации [13, 14].



В современных условиях для повышения продуктивности, качества и экономической пластичности зерновых культур необходимо сочетание инновационных методов селекции и усовершенствования технологических приемов возделывания [15, 16].

Цель исследования – изучить особенности формирования урожайности и продукционного процесса современных высокоурожайных сортов яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от технологии возделывания культур в условиях лесостепи Новосибирского Приобья.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2014–2016 гг. на полях ЗАО племзавод «Ирмень». Почвенный покров опытного участка представлен черноземом выщелоченным среднегумусным среднемощным. Содержание гумуса в верхнем пахотном слое составляет 5,7–6,9 %, с увеличением глубины его количество уменьшается. В метровом слое гумуса содержится 400–450 м<sup>3</sup>/га.

Опыты заложили в четырехкратной повторности, общая площадь делянки 476 м<sup>2</sup>, учетная – 420 м<sup>2</sup>. Посев зерновых культур проводили посевными комплексами «Кузбасс Т-12» и «John Deere 730» с нормой высева 3 ц/га. Предшественником яровой мягкой пшеницы являлся горох. Яровой ячмень возделывали в севообороте пар – пшеница – ячмень.

В качестве контроля использовали технологию возделывания зерновых без применения химических средств защиты растений. Под зерновые, возделываемые на контрольном варианте, вносили аммиачную селитру 1 ц/га.

Интенсивная технология включала в себя применение удобрений, гербицидов, инсектицидов и фунгицидов. Под яровую пшеницу и ячмень вносили аммиачную селитру (1,7 ц/га) и нитроаммофоску (1,2 ц/га). В качестве средств химизации применяли инсектицид Актара в конце кущения – начале колошения (0,07 л/га, расход рабочей

жидкости 300 л/га), гербицид Диален-супер в фазе кущения (0,6 л/га, расход рабочей жидкости 300 л/га) и фунгицид Амистар-Трио в конце колошения – начале цветения (1 л/га, расход рабочей жидкости 300 л/га).

В исследованиях проведена оценка продуктивности сортов мягкой яровой пшеницы Новосибирская 31 (среднеранний сорт) и Новосибирская 18 (среднеспелый сорт) и сортов ярового ячменя Биом (среднеранний сорт) и Омский голозерный 2 (среднеспелый сорт). Оценку продуктивности проводили в соответствии с методикой Госсортоиспытания [17], статистическую обработку данных – по методике полевого опыта [18] с применением пакета прикладных программ Snedecor.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Площадь листьев растения во многом влияет на урожайность. По результатам учета площади листьев у сортов яровой пшеницы разных групп спелости установлено, что использование интенсивной технологии привело к увеличению площади листьев как у сорта Новосибирская 31, так и у сорта Новосибирская 18 соответственно на 41 и 46 % относительно контроля. У сортов ярового ячменя, возделываемых на интенсивном фоне, наблюдалось увеличение листовой поверхности на 34 % у сорта Биом и на 39 % у сорта Омский голозерный 2 относительно традиционной технологии (табл. 1). Средняя урожайность зерна за 3 года исследования также была выше при возделывании культур по интенсивной технологии (см. табл. 1). У сортов пшеницы Новосибирская 31 и Новосибирская 18 прибавка к контролю составила 37,7 и 45,5 %, у сортов ячменя Биом и Омский голозерный 2 – 44,3 и 54,1 % соответственно.

В ходе исследования была проведена оценка хозяйственно ценных признаков изучаемых сортов (табл. 2). Анализ данных показал, что применение интенсивной технологии возделывания культур оказывает влияние на ряд хозяйственно ценных при-

Таблица 1

**Зависимость площади листьев и урожайности сортов яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя от уровня интенсификации технологии возделывания**

| Сорт                  | Уровень интенсификации        | Площадь листьев,<br>тыс. м²/га |         | Урожайность |                     |      |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------|-------------|---------------------|------|
|                       |                               | максимальная                   | средняя | т/га        | прибавка к контролю |      |
|                       |                               |                                |         |             | т/га                | %    |
| Яровая мягкая пшеница |                               |                                |         |             |                     |      |
| Новосибирская 31      | 0 (контроль)                  | 10,20                          | 8,49    | 3,02        | –                   | –    |
|                       | Удобрение, гербицид, фунгицид | 13,81                          | 11,98   | 4,16        | 1,14                | 37,7 |
| Новосибирская 18      | 0 (контроль)                  | 11,66                          | 9,34    | 3,32        | –                   | –    |
|                       | Удобрение, гербицид, фунгицид | 15,38                          | 13,65   | 4,83        | 1,51                | 45,5 |
| НСР <sub>05</sub>     |                               | 0,76                           | 0,54    |             |                     |      |
| Яровой ячмень         |                               |                                |         |             |                     |      |
| Биом                  | 0 (контроль)                  | 10,73                          | 9,07    | 3,14        | –                   | –    |
|                       | Удобрение, гербицид, фунгицид | 15,30                          | 12,20   | 4,53        | 1,39                | 44,3 |
| Омский голозерный 2   | 0 (контроль)                  | 11,37                          | 10,33   | 3,31        | –                   | –    |
|                       | Удобрение, гербицид, фунгицид | 17,17                          | 14,37   | 5,09        | 1,79                | 54,1 |
| НСР <sub>05</sub>     |                               | 1,07                           | 1,68    |             |                     |      |

Примечание. Результаты дисперсионного анализа трехфакторного опыта  $2 \times 2 \times 3$  (яровая мягкая пшеница): НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,19, НСР<sub>05</sub> для главного эффекта – 0,12, НСР<sub>05</sub> для парных взаимодействий – 0,18. Индексы детерминации для фактора А (генотип) – 26,2 %, фактора В (уровень интенсификации) – 34,5 %, условия года – 22,4 %; взаимодействия: АВ – 4,2 %, ВС – 3,8, АС 2,1, АВС – 0,6 %. Результаты дисперсионного анализа трехфакторного опыта  $2 \times 2 \times 3$  (яровой ячмень): НСР<sub>05</sub> для частных различий – 0,22, НСР<sub>05</sub> для фактора главных эффектов – 0,18, НСР<sub>05</sub> для парных взаимодействий – 0,19. Индексы детерминации для фактора А (генотип) – 24,5 %, фактора В (уровень интенсификации) – 32,8 %, условия года – 21,6 %; взаимодействия АВ – 5,4 %, ВС – 4,6, АС – 3,5, АВС – 1,25 %.

знаков, таких как число зерен в колосе, масса 1000 зерен, число колосков в колосе. По этим признакам выявлены достоверные увеличения показателей относительно контроля у всех исследуемых сортов ячменя и пшеницы.

Достоверная прибавка показателя стекловидности зерна наблюдалась только у сорта яровой пшеницы Новосибирская 18. По содержанию сырого белка в зерне выявлены достоверные увеличения у сортов Новосибирская 31, Новосибирская 18 и у сорта Биом. Содержание сырой клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы при интенсивной технологии было достоверно выше контроля как у сорта Новосибирская 31, так и у Новосибирская 18.

Следует отметить, что у сортов с более продолжительным периодом вегетации увеличение хозяйственно ценных признаков относительно контроля проявляется значительно.

В табл. 3 представлены данные о зависимости урожайности зерна сортов яровой мягкой пшеницы от элементов структуры урожая при разных технологиях возделывания. При выращивании яровой пшеницы по традиционной технологии урожайность сорта Новосибирская 31 была обусловлена главным образом массой зерна с растения и числом зерен в колосе, сорта Новосибирская 18 – массой зерна с растения и числом растений на 1 м<sup>2</sup>. При использовании интенсивной технологии возделывания зерновых урожай среднеранней пшеницы Новосибирская 31 формируется главным образом за счет повышения числа колосков в колосе, числа зерен в колосе, в то время как решающими факторами в урожайности среднеспелого сорта Новосибирская 18 являются масса зерна с растения, продуктивный стеблестой и число растений с 1 м<sup>2</sup>. При возделывании ярового ячменя по традиционной технологии главными элементами, обуслов-

Таблица 2

| Хозяйственно ценные признаки изучаемых сортов яровой пшеницы и ярового ячменя |                     |                          |                     |                             |                    |                                    |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Культура                                                                      | Сорт                | Число зерен в колосе, шт | Масса 1000 зерен, г | Число колосков в колосе, шт | Стекло-видность, % | Содержание сырого белка в зерне, % | Содержание сырой клейковины, % |
| <i>Традиционная технология</i>                                                |                     |                          |                     |                             |                    |                                    |                                |
| Яровая мягкая пшеница                                                         | Новосибирская 31    | 30                       | 36                  | 11,9                        | 51,1               | 9,81                               | 28,9                           |
|                                                                               | Новосибирская 18    | 35                       | 38                  | 12,7                        | 58,5               | 10,31                              | 31,75                          |
| Яровой ячмень                                                                 | Биом                | 29                       | 33                  | 12,2                        | 44,7               | 10,64                              | –                              |
|                                                                               | Омский голозерный 2 | 37                       | 38                  | 13,7                        | 44,6               | 10,27                              | –                              |
| <i>Интенсивная технология</i>                                                 |                     |                          |                     |                             |                    |                                    |                                |
| Яровая мягкая пшеница                                                         | Новосибирская 31    | 35                       | 42                  | 14,4                        | 54,4               | 11,25                              | 32,30                          |
|                                                                               | Новосибирская 18    | 38                       | 47                  | 17,0                        | 63,6               | 12,38                              | 33,95                          |
| Яровой ячмень                                                                 | Биом                | 34                       | 44                  | 14,9                        | 47,3               | 11,00                              | –                              |
|                                                                               | Омский голозерный 2 | 42                       | 50                  | 16,6                        | 45,4               | 10,32                              | –                              |
| НСР <sub>05</sub>                                                             |                     | 1,98                     | 2,18                | 1,15                        | 3,98               | 0,17                               | 0,32                           |

Таблица 3

| Зависимость урожайности зерна сортов яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя от элементов структуры урожая при разных технологиях возделывания |                     |                                                                  |                         |                         |                      |                  |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
| Культура                                                                                                                                      | Сорт                | Коэффициент корреляции между урожаем и элементами продуктивности |                         |                         |                      |                  |                                   |
|                                                                                                                                               |                     | Масса зерна с растения                                           | Продуктивный стеблестой | Число колосков в колосе | Число зерен в колосе | Масса 1000 зерен | Число растений с 1 м <sup>2</sup> |
| Традиционная технология                                                                                                                       |                     |                                                                  |                         |                         |                      |                  |                                   |
| Яровая мягкая пшеница                                                                                                                         | Новосибирская 31    | 0,82*                                                            | 0,57*                   | 0,72*                   | 0,89*                | 0,59             | 0,77*                             |
|                                                                                                                                               | Новосибирская 18    | 0,83*                                                            | 0,71*                   | 0,59                    | 0,75*                | 0,65             | 0,77*                             |
| Яровой ячмень                                                                                                                                 | Биом                | 0,79*                                                            | 0,56                    | 0,55*                   | 0,64                 | 0,69*            | 0,59*                             |
|                                                                                                                                               | Омский голозерный 2 | 0,73*                                                            | 0,63                    | 0,59                    | 0,81*                | 0,70             | 0,48*                             |
| Интенсивная технология                                                                                                                        |                     |                                                                  |                         |                         |                      |                  |                                   |
| Яровая мягкая пшеница                                                                                                                         | Новосибирская 31    | 0,70*                                                            | 0,65*                   | 0,78*                   | 0,80*                | 0,68             | 0,68*                             |
|                                                                                                                                               | Новосибирская 18    | 0,86*                                                            | 0,76*                   | 0,67*                   | 0,72*                | 0,69*            | 0,79*                             |
| Яровой ячмень                                                                                                                                 | Биом                | 0,84*                                                            | 0,58                    | 0,56                    | 0,83*                | 0,81*            | 0,76*                             |
|                                                                                                                                               | Омский голозерный 2 | 0,75*                                                            | 0,62                    | 0,53                    | 0,74*                | 0,78*            | 0,57                              |

\*Уровень значимости – 5 %.

ливающими урожайность среднераннего сорта Биом, являются масса зерна с растения и масса 1000 зерен, для сорта Омский голозерный 2 такими элементами являются масса зерна с растения и число зерен в колосе. Решающими элементами, обуславливающими высокую урожайность при возделывании ярового ячменя интенсивной технологий, являются масса зерна с растения, число зе-

рен в колосе и масса 1000 зерен. Данная тенденция характерна как для сорта Биом, так и для сорта Омский голозерный 2.

Рассчитаны доли влияния генотипа, уровня интенсификации и условий года на фенотипическое варьирование таких хозяйственно ценных признаков яровой мягкой пшеницы, как число зерен колоса, масса зерна колоса и содержание сырой клейкови-

Таблица 4

**Доля влияния особенностей генотипа и уровня интенсификации в общем фенотипическом варьировании некоторых признаков яровой мягкой пшеницы**

| Признак                     | Доля влияния фактора, % |                                      |                   |                    |                      |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
|                             | Фактор А<br>(генотип)   | Фактор В<br>(уровень интенсификации) | Фактор С<br>(год) | Взаимодействие ABC | Случайное отклонение |
| Число зерен колоса          | 25,40                   | 34,05                                | 24,80             | 1,75               | 2,03                 |
| Масса зерна колоса          | 26,95                   | 36,60                                | 22,30             | 3,76               | 2,90                 |
| Содержание сырой клейковины | 28,3                    | 35,6                                 | 24,2              | 11,45              | 0,45                 |

ны в зерне (табл. 4). Установлено, что уровень интенсификации обладает наибольшей долей влияния на фенотипическое проявление всех трех хозяйственно ценных признаков.

Установлена доля влияния факторов на структурные элементы урожайности ячменя и урожайность яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя. Дисперсионным анализом установлено, что число зерен в колосе, масса 1000 зерен и число колосков в колосе зависели от уровня технологического обеспечения на 28 %, генотипа – 23, погодных условия – 25, взаимодействия всех факторов – 11 %. Урожайность яровой мягкой пшеницы зависела от уровня интенсификации на 35 %, генотипа – 26, условий года – 22, взаимодействия всех факторов – 10 %. Урожайность ярового ячменя определялась технологическим обеспечением – 33 %, генотипом – 25, погодными условиями – 24, взаимодействием всех факторов – 13 %.

### ВЫВОДЫ

1. Площадь листьев и урожайность яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя достоверно увеличиваются при применении интенсивной технологии возделывания.

2. Использование интенсивной технологии способствует достоверному повышению таких хозяйственно ценных показателей яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя, как число зерен в колосе, масса зерна в колосе, число колосков в колосе и содержание сырого белка в зерне у сортов различных групп спелости.

3. При использовании интенсивной технологии возделывания ярового ячменя решающими элементами, обуславливающими

урожай, являются масса зерна с растения, число зерен в колосе и масса 1000 зерен.

4. Влияние уровня интенсификации возделывания яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя является определяющим фактором в проявлении хозяйственно ценных признаков и урожайности зерна. Доля влияния генотипа несколько ниже, чем доля влияния уровня интенсификации.

5. Оптимизация всех элементов технологии в сочетании с подбором генотипа позволяет уменьшить долю влияния условий года на урожайность яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сапегу В.А. Продуктивность и параметры интенсивности и стабильности сортов ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 3 (51). – С. 36–39.
2. Баталова Г.А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 3. – С. 11–14.
3. Новохатин В.В. Обоснование генетического потенциала у интенсивных сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L) // С.-х. биол. – 2016. – № 5 (51). – С. 627–635.
4. Милащенко Н.З., Завалин А.А., Сычев В.Г., Самойлов Л.Н., Трушкин С.В. Факторы повышения эффективности удобрений в интенсивных технологиях возделывания пшеницы в России // Агрохимия. – 2015. – № 11. – С. 13–18.
5. Милащенко Н.З., Завалин А.А., Самойлов Л.Н. Освоение систем интенсивных технологий производства зерна пшеницы с научным сопровождением // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 8–10.

6. **Фисечко Р.Н.** Влияние технологии возделывания яровой пшеницы сорта Новосибирская 31 на фитосанитарное состояние посева данной культуры в лесостепи Приобья // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2015. – № 12. – С. 45–51.
7. **Власенко А.Н., Шоба В.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н.** Продуктивность яровой пшеницы по пару при различных технологиях в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 26–28.
8. **Власенко А.Н., Шоба В.Н., Ким С.А., Каличкин А.В.** Совершенствование технологий возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 5 (246). – С. 5–12.
9. **Державин Л.М.** Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в энергосберегающих агротехнологиях возделывания яровых зерновых культур при модернизации зернового хозяйства. – М.: ВНИИА, 2012. – 56 с.
10. **Державин Л.М.** Роль химизации земледелия в модернизации сельского хозяйства России // АПК: экономика, управление. – 2011. – № 7. – С. 33–37.
11. **Методические** указания по селекции ячменя и овса / под общ. ред. Г.А. Баталовой. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2014. – 64 с.
12. **Галеев Р.Р., Кирьяков В.П.** Особенности производства зерновых культур в адаптивном земледелии Западной Сибири. – Новосибирск: Ритм, 2006. – 232 с.
13. **Галеев Р.Р., Мартенков Н.М.** Интенсификация производства зерновых культур в Западной Сибири / Агро-Сибирь, 2010. – 169 с.
14. **Прокуратова А.С., Юшкевич Л.В.** Изменение состояния агрофитоценоза пивоваренного ячменя при длительном применении обработки почвы и средств интенсификации южной лесостепи Западной Сибири // Естеств. науки и экология. – 2006. – Вып. 10. – С. 139–141.
15. **Фомина М.Н.** Особенности формирования зерновой продуктивности перспективных сортов ячменя в зоне Северного Зауралья // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 2 (249). – С. 28–34.
16. **Андреева З.В., Цильке Р.А.** Экологическая изменчивость урожайности зерна и генетический потенциал мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2014. – 308 с.
17. **Методика** государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 194 с.
18. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## REFERENCES

1. **Sapega V.A.** Produktivnost' i parametry intensivnosti i stabil'nosti sortov yarovogo yachmenya // Zernovoe khozyaistvo Rossii. – 2017. – № 3 (51). – S. 36–39.
2. **Batalova G.A.** Sostoyanie i perspektivy seleksii i vzdelyvaniya zernofurazhnykh kul'tur v Rossii // Zernovoe khozyaistvo Rossii. – 2011. – № 3. – S. 11–14.
3. **Novokhatin V.V.** Obosnovanie geneticheskogo potentsiala u intensivnykh sortov myagkoi pshenitsy (Triticum aestivum L.) // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. – 2016 g. – № 5 (51). – S. 627–635.
4. **Milashchenko N.Z., Zavalin A.A., Sychev V.G., Samoilov L.N., Trushkin S.V.** Faktory povysheniya effektivnosti udobrenii v intensivnykh tekhnologiyakh vzdelyvaniya pshenitsy v Rossii // Agrokhimiya. – 2015. – № 11. – S. 13–18.
5. **Milashchenko N.Z., Zavalin A.A., Samoilov L.N.** Osvoenie sistem intensivnykh tekhnologii proizvodstva zerna pshenitsy s nauchnym soprovozhdeniem // Zemledelie. – 2015. – № 7. – S. 8–10.
6. **Fisechko R.N.** Vliyanie tekhnologii vzdelyvaniya yarovoi pshenitsy sorta Novosibirskaya 31 na fitosanitarnoe sostoyanie poseva dannoi kul'tury v lesostepi Priob'ya // Sel'skokhozyaistvennye nauki i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov. – 2015. – № 12. – S. 45–51.
7. **Vlasenko A.N., Shoba V.N., Sharkov I.N., Iodko L.N.** Produktivnost' yarovoi pshenitsy po paru pri razlichnykh tekhnologiyakh v lesostepi Zapadnoi Sibiri // Zemledelie. – 2014. – № 5. – S. 26–28.
8. **Vlasenko A. N., Shoba V.N., Kim S. A., Kalichkin A.V.** Sovershenstvovanie tekhnologii vzdelyvaniya v novoi pshenitsy v lesostepi Zapadnoi Sibiri // Sib. vest. s.kh. n. – 2015. – № 5 (246). – S. 5–12.
9. **Derzhavin L. M.** Rekomendatsii po proektirovaniyu integrirovannogo primeneniya sredstv khimizatsii v energosberegayushchikh agrotekhnologiyakh vzdelyvaniya yarovykh zernovykh kul'tur pri modernizatsii zernovogo khozyaistva. – М.: ВНИИА, 2012. – 56 с.



10. **Derzhavin L. M.** Rol' khimizatsii zemledeliya v modernizatsii sel'skogo khozyaistva Rossii // APK: ekonomika, upravlenie. – 2011. – №7. – S. 33–37.
11. **Metodicheskie** ukazaniya po selektsii yachmenya i ovsa / pod obshch.red. G. A. Batalovoi. – Kirov: NIISKh Severo-vostoka, 2014. – 64 s.
12. **Galeev R.R., Kir'yakov V. P.** Osobennosti proizvodstva zernovykh kul'tur v adaptivnom zemledelii Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Ritm, 2006. – 232 s.
13. **Galeev R. R.** Intensifikatsiya proizvodstva zernovykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri /R.R. Galeev, N. M. Martenkov: Agro-Sibir', 2010. – 169 s.
14. **Prokuratova A. S., Yushkevich L. V.** Izmenenie sostoyaniya agrofi-totsenoza pivovarenного yachmenya pri dlitel'nom primenenii obrabotki pochvy i sredstv intensifikatsii yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri // Estestv. nauki i ekologiya. – 2006. – Vyp. 10. – S. 139–141.
15. **Fomina M. N.** Osobennosti formirovaniya zernovoi produktivnosti perspektivnykh sortov yachmenya v zone Severnogo Zaural'ya // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki – 2016. – №2 (249). – S. 28–34.
16. **Andreeva Z.V., Tsil'ke R.A.** Ekologicheskaya izmenchivost' urozhainosti zerna i geneticheskii potentsial myagkoi yarovoi pshenitsy v Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: ITs «Zolotoi kolos», 2014. – 308 s.
17. **Metodika** gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. – M., 1989. – Vyp. 2. – 194 s.
18. **Dospekhov B. A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

## YIELDS OF SPRING COMMON WHEAT AND SPRING BARLEY DEPENDING ON TECHNOLOGICAL SUPPORT

**R.R. GALEEV, Doctor of Science in Agriculture, Professor,  
Z.V. ANDREYEVA, Doctor of Science in Biology, Chair Holder,  
I.S. SAMARIN, Postgraduate Student**

*Novosibirsk State Agrarian University  
160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, 630039, Russia  
e-mail: rastniev@mail.ru*

Results are given from studies on the effect of intensive cultivation technology on yield attributes of spring common wheat and spring barley grown in the forest-steppe areas near the Ob in Ordynskiy District of Novosibirsk Region in 2014–2016. There were studied varieties of spring barley and spring common wheat of various maturity groups under conditions of conventional and intensive farming. When the intensive cultivation technology was used, the increases in yields of Novosibirskaya 31 and Novosibirskaya 18 cultivars of wheat made up 37.7 and 45.5%, and those of Biom and Omskiy Golozerny 2 cultivars of barley – 44.3 and 54.1%, respectively. The following attributes were observed to increase significantly in all the cultivars studied: the number of kernels per spike, thousand-kernel weight, the number of spikelets per spike. Close correlation was revealed between productivity of spring barley and such attributes as grain weight per plant, the number of kernels per spike, and thousand-kernel weight. It has been found that the intensification level has the greatest influence on phenotypic variation of the number of kernels per spike, grain weight per spike and crude gluten content in spring wheat; the number of kernels per spike, thousand-kernel weight and the number of spikelets per spike in spring barley; as well as on the productivity of these crops. The influence of the genotype on these traits is somewhat lower than that of the intensification level.

**Keywords:** spring common wheat, spring barley, cultivar, leaf area, genetic potential, intensive technology, yielding capacity

*Поступила в редакцию 14.06.2017*



УДК 634.11 634.124

**УСТОЙЧИВОСТЬ К РАННИМ МОРОЗАМ И МАКСИМАЛЬНАЯ  
МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯБЛОНЬ****М.А. РАЧЕНКО<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,  
М.В. БАХАНОВА<sup>2</sup>, кандидат биологических наук, доцент**<sup>1</sup>*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН*

664033, Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 132

e-mail: bigmks73@rambler.ru

<sup>2</sup>*Бурятский государственный университет*

670000, Россия, Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

e-mail: milada2015@bk.ru

Изучены разные генотипы яблони (дикорастущий вид яблони ягодной, сорта ранеток, яблонь-полукультурок и домашней яблони) по компонентам зимостойкости в условиях искусственного климата. В качестве объектов исследований взяты сорта яблони бурятской, красноярской, новосибирской, канадской и народной селекции, а также четыре формы дикорастущей яблони ягодной, произрастающие в Иркутском, Черемховском, Заларинском районах Иркутской области и выделенные на территории Бурятии. Материалом для исследований послужили однолетние ветви выбранных генотипов яблони, который хранили до проведения экспериментов при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ . Использовали метод моделирования климатических условий. Искусственное промораживание проводили в низкотемпературной камере при температуре от  $-70$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ . Длительность промораживания – 24 ч. Эксперименты проводили в трехкратной биологической повторности. По результатам исследований все формы яблони ягодной оказали высокую устойчивость по изученным компонентам зимостойкости. Другие исследованные сорта разделили на три группы: первая – без повреждений: Добрыня, Первенец Бурятии; вторая – незначительные повреждения древесины, коры и камбия: Краса Бурятии, Слава Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии; третья – с высокой степенью повреждения вегетативных органов: Мелба, Лада, Красная гроздь. Произрастая в садах и хозяйствах Бурятии и Иркутской области, сорта первой и второй групп довольно успешно перезимовывают.

**Ключевые слова:** яблоня, зимостойкость, искусственное промораживание, компоненты зимостойкости.

Яблоня – наиболее распространенная плодово-ягодная культура, произрастающая во всех местах земного шара. В мире под яблоней занято более 5,2 млн га, в России – около 390 тыс. га, что составляет около 70 % всех посадок плодовых культур [1–3].

Основным лимитирующим фактором возделывания яблони в условиях резко континентального климата Байкальского региона является ее зимостойкость [4–6]. Первая фаза зимостойкости начинается после пре-

кращения роста побегов, перехода в состояние покоя, закалки низкими положительными температурами. Вторая фаза закаливания происходит при отрицательных температурах ( $-3...-5^{\circ}\text{C}$ ). В этот период приобретает морозостойкость, характерная для генотипов яблони. Максимальная морозостойкость развивается после прохождения второй фазы закаливания – в середине зимы по мере усиления холодов при значительном нарастании морозостойкости на конечном

этапе. В период глубокого покоя происходят изменения в поверхностном слое протоплазмы, что сопровождается резким снижением активности физиолого-биохимических процессов, причем быстрее у зимостойких сортов [7].

Экспериментально доказано, что без включения в новый генотип элементов адаптации дикорастущих видов (в условиях Сибири – яблоня ягодная, *Malus baccata* L. Borkh) гарантировать создание сортов, устойчивых к суровым климатическим условиям региона, невозможно. Дикорастущие популяции служат источником генетического разнообразия для улучшения имеющихся и создания новых сортов культурных растений, которые обладают устойчивостью к различным факторам окружающей среды.

Погодные условия не позволяют оценить устойчивость сортов и форм яблони по всем компонентам зимостойкости. Это связано с тем, что зимы с критическими температурами встречаются нечасто, поэтому чтобы определить в полной мере зимостойкость, необходимо много лет. Метод искусственного моделирования возможных стрессовых ситуаций в природе дает возможность всесторонне и за короткий промежуток времени получить сведения по каждому из составляющих признак зимостойкости к повреждающим температурным факторам зимнего периода [4, 8, 9].

Цель работы – изучить компоненты зимостойкости сортов яблони и форм естественно произрастающей яблони ягодной в условиях Байкальского региона.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения исследований взяты сорта яблони бурятской, красноярской, новосибирской, канадской и народной селекции, которые находятся на опытных участках Сибирского института физиологии и биохимии растений (СИФИБР), а также четыре формы (вишнеплодная, бурая, высокорослая, низкорослая) яблони ягодной, произрастающей в Иркутском, Черемховском, Заларинском районах Иркутской области. На территории Бурятии собраны

образцы высокорослых и низкорослых форм яблони ягодной. Материалом для исследований послужили однолетние ветви выбранных генотипов, которые хранили до проведения экспериментов при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ . Выявление зимостойкости сортов и форм яблони проводили по методике [10]. Степень повреждения тканей срезаемых ветвей определяли по побурению ткани на продольных и поперечных срезах по 5-балльной шкале: 0 – повреждений нет; 5 – ткань погибла. Искусственное промораживание проводили на опытной станции «Фитотрон» СИФИБР СО РАН в низкотемпературной камере Binder MKT-240 с диапазоном температуры от  $-70$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ . Длительность промораживания – 24 ч. Эксперименты проводили в трехкратной биологической повторности. В качестве контроля взята яблоня ягодная.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многочисленными полевыми наблюдениями показана исключительная зимостойкость и морозостойкость яблони ягодной [3, 5, 8]. Наши эксперименты связаны с испытанием выбранных сортов по компонентам зимостойкости: устойчивости сорта к раннезимним морозам; максимальной морозостойкости в закаленном состоянии [10].

Для каждого конкретного климатического региона условия лабораторных испытаний морозостойкости подбирают индивидуально. В Европейской части России устойчивость к раннезимним морозам испытывают при температуре  $-25^{\circ}\text{C}$  [3]. Для Байкальского региона данная ночная температура характерна для конца ноября – начала декабря и экстремальной может считаться только для благоприятных зим. В связи с этим для проверки первого компонента зимостойкости выбрана температура  $-35^{\circ}\text{C}$ , длительность промораживания 24 ч.

Критические морозы в условиях средней зоны садоводства России отмечают примерно один раз в 25–50 лет [8]. В Сибири зимы с продолжительными экстремально низкими температурами (до  $-40^{\circ}\text{C}$ ) бывают с перио-

дичностью один раз в 5–10 лет. Обычно абсолютный минимум температуры и продолжительные периоды с минимальной температурой наблюдают с конца января до середины февраля. Длительность температурного воздействия может продолжаться от трех до 10 дней и более, поэтому выбор температуры  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  для определения максимальной морозоустойчивости в закаленном состоянии был оправданным.

При изучении компонентов зимостойкости в условиях моделирования климата у яблони ягодной нами выявлено, что все формы этого вида устойчивы к ранним морозам и показывают максимальную морозостойкость в середине зимы. Изучение

зимостойкости сортов яблони разного происхождения показало, что по первому компоненту зимостойкости все изученные сорта не имели повреждений камбия, древесины и коры. После действия температуры  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  серьезные повреждения древесины имели сорта Лада, Красная гроздь и Мелба. Повреждения остальных сортов были обратимыми (рис. 1).

В результате наблюдений по степени повреждения древесины объекты разделены на три группы:

- не имевшие повреждений: Добрыня, Первенец Бурятии, Малинка;
- сорта со средней степенью повреждений: Слава Бурятии, Подарок БАМу, Краса

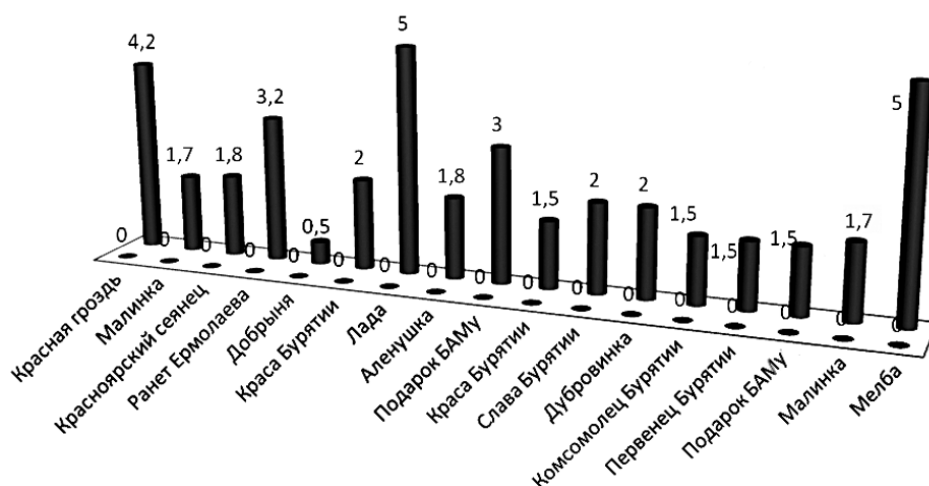


Рис. 1. Степень повреждения древесины у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь-полукультурок и домашней яблони при действии температуры от  $-35$  до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , балл

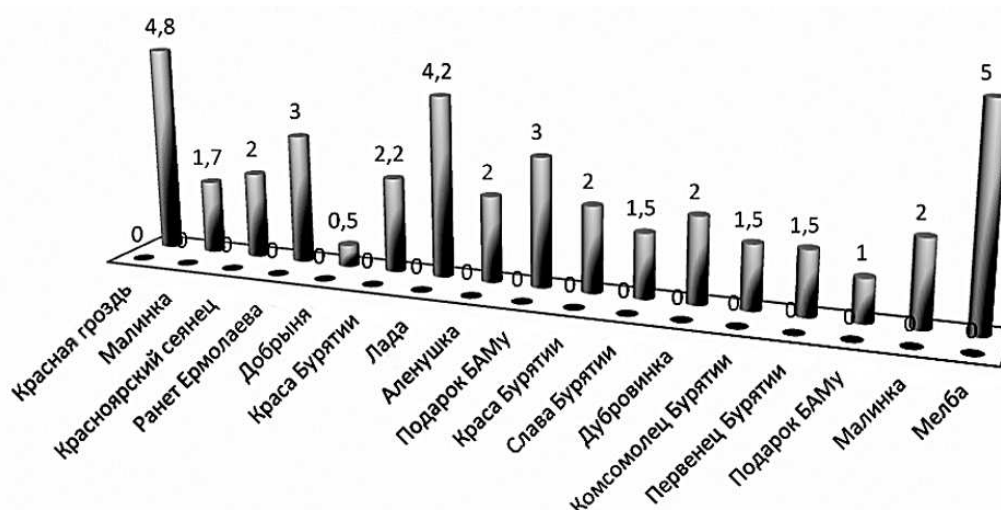


Рис. 2. Степень повреждения коры у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь полукультурок и домашней яблони при действии температуры от  $-35$  до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , балл

Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии;

– с повреждениями от 3 до 4,5 балла и выше: Красная гроздь, Лада, Мелба, Аленушка.

По степени повреждения коры объекты разделены на следующие группы:

– не имевшие повреждений: Добрыня, Комсомолец Бурятии, Первенец Бурятии, Малинка;

– сорта со средней степенью повреждений: Аленушка, Краса Бурятии, Слава Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии;

– с повреждениями от 3 до 4,5 балла и выше: Мелба, Лада, Красная гроздь, Ранет Ермолаева, Красноярский сеянец, Подарок БАМу.

Повреждения камбия отмечены у сорта Мелба (2 балла), у сортов Аленушка, Лада, Ранетка Ермолаева и Малинка (1 балл). Красная гроздь и Добрыня не имели повреждений камбия, у сортов Краса Бурятии и Красноярский сеянец повреждения не превышали 0,3 балла (рис. 3).

По результатам наблюдений объекты разделены на три группы по степени повреждения камбия:

– не имевшие повреждений: Добрыня, Первенец Бурятии;

– со средней степенью подмерзания: Малинка, Аленушка, Краса Бурятии, Слава Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии;

– с повреждениями от 3 до 4,5 балла и выше: Мелба, Лада, Красная гроздь, Ранет Ермолаева, Красноярский сеянец, Подарок БАМу, Краса Бурятии.

Обобщая данные о подмерзании за весь цикл исследований, можно сделать вывод, что объекты разделились на три группы:

– не имевшие повреждений: Добрыня, Первенец Бурятии. У этих сортов наблюдались незначительные повреждения древесины, коры и камбия;

– со средней степенью подмерзания: Краса Бурятии, Слава Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии. У данных сортов имелись повреждения вегетативных органов средней степени, но в целом, произрастая в садах и хозяйствах Бурятии и Иркутской области, данные сорта довольно успешно перезимовывают;

– с повреждениями от 3 до 4,5 балла и выше: Мелба, Лада, Красная гроздь, Ранет Ермолаева, Красноярский сеянец. У этих растений зафиксированы значительные повреждения древесины при минимальных температурах.

Сорта яблони из первой и второй групп с большой вероятностью могут использоваться в зеленом строительстве и для дальнейшей селекционной работы в условиях резко континентального климата Байкальского региона.

Таким образом, метод моделирования климатических условий позволяет выявить

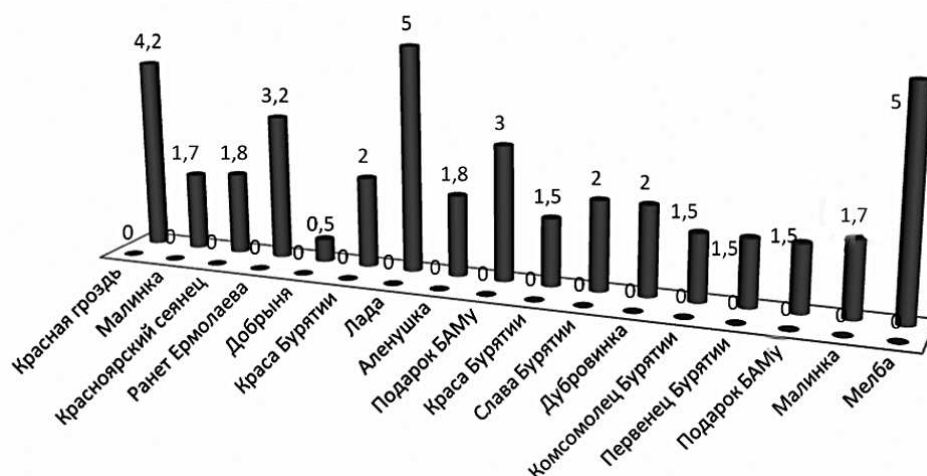


Рис. 3. Степень повреждения камбия у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь-полукультурок и домашней яблони при действии температуры от  $-35$  до  $-50$  °C, балл



особенности устойчивости к зимним повреждающим факторам отдельных сортов и форм яблонь, в полевых условиях показавших высокую зимостойкость.

Авторы выражают благодарность коллективу Опытной станции «Фитотрон» СИФИБР СО РАН за использование климатического оборудования.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Витковский В.Л.** Плодовые растения мира. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
2. **Метлицкий З.А., Метлицкий О.З.** Яблоня. – М.: Колос, 2008. – 243 с.
3. **Пономаренко В.В.** Дикорастущие виды рода *Malus* Mill. Европы, Кавказа, Сибири и Средней Азии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1992. – 38 с.
4. **Раченко М.А., Баханова М.В., Батуева Ю.М.** Морозостойкость разных сортов и форм *Malus baccata* в условиях Байкальского региона // Вестн. Иркутской ГСХА. – 2016. – № 73. – С. 77–82.
5. **Туткин Г.А.** Оценка зимостойкости иммунных к парше сортов яблони и антоновки обыкновенной в полевых условиях в зависимости от подвоя // Актуальные проблемы садоводства России и пути их решения: материалы конф. – Орел, 2007. – С. 5–9.
6. **Batuyeva Yu.M., Bakhanova M.V., Rachenko M.A.** Response of Some *Malus* Mill. Species Representatives to Extreme Low temperatures in Baikal Siberia // J. of Stress Physiology & Biochemistry. – 2016. – Vol. 12, N 2. – P. 27–31.
7. **Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskii G.B.** Cold hardiness of apple and changes in dehydrin composition // J. of Stress Physiology & Biochemistry. – 2014. – Vol. 10, N 2. – P. 247–252.
8. **Ожерельева З.Е., Седов Е.Н.** Изучение сортов и форм яблони селекции ГНУ ВНИИСПК по компонентам зимостойкости в контролируемых условиях // Селекция и сорторазведение садовых культур. – Орел, 2007. – С. 1–5.
9. **Раченко М.А., Раченко Е.И., Боровский Г.Б.** Изучение сортов яблонь различного происхождения по компонентам зимостойкости в полевых и контролируемых условиях // Вестн. Иркутской ГСХА. – 2011. – № 43. – С. 77–82.
10. **Программа** и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.

#### REFERENCES

1. **Vitkovskii V.L.** Plodovye rasteniya mira. – SPb.: Lan', 2003. – 592 s.
2. **Metlitskii Z.A., Metlitskii O.Z.** Yablonya. – M.: Kolos, 2008. – 243 s.
3. **Ponomarenko V.V.** Dikorastushchie vidy roda *Malus* Mill. Evropy, Kavkaza, Sibiri i Srednei Azii: avtoref. diss...d-ra biol. nauk. SPb., 1992. – 38 s.
4. **Rachenko M.A., Bakhanova M.V., Batueva Yu.M.** Morozostoikost' raznykh sortov i form *Malus baccata* v usloviyakh Baikal'skogo regiona // Vestn. Irkutskoi GSKhA. – 2016. – № 73. S. 77–82.
5. **Tutkin G.A.** Otsenka zimostoikosti immunnykh k parshe sortov yabloni i antonovki obyknovnoy v polevykh usloviyakh v zavisimosti ot podvoya // Aktual'nye problemy sadovodstva Rossii i puti ikh resheniya: materialy konf. – Orel, 2007. – S. 5–9.
6. **Batuyeva Yu.M., Bakhanova M.V., Rachenko M.A.** Response of Some *Malus* Mill. Species Representatives to Extreme Low temperatures in Baikal Siberia // J. of Stress Physiology & Biochemistry. – 2016. – Vol. 12, N 2. – P. 27–31.
7. **Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskii G.B.** Cold hardiness of apple and changes in dehydrin composition/M. A. Rachenko // J. of Stress Physiology & Biochemistry. – 2014. – Vol. 10, N 2. – P. 247–252.
8. **Ozherel'eva Z.E., Sedov E.N.** Izuchenie sortov i form yabloni seleksii GNU VNIISPК po komponentam zimostoikosti v kontroliruemykh usloviyakh // Seleksiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur: sb. statei. – Orel, 2007. – S. 1–5.
9. **Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskii G.B.** Izuchenie sortov yablon' razlichnogo proiskhozhdeniya po komponentam zimostoikosti v polevykh i kontroliruemykh usloviyakh // Vestn. Irkutskoi GSKhA. – 2011. – №. 43. – S. 77–82.
10. **Programma** i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur / pod red. E.N. Sedova i T.P. Ogol'tsovoi. – Orel: Izd-vo VNII seleksii plodovykh kul'tur, 1999. – 608 s.

## RESISTANCE TO EARLY FROSTS AND MAXIMUM WINTER FROST RESISTANCE IN APPLE TREES OF DIFFERENT GENOTYPES

**M.A. RACHENKO<sup>1</sup>, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher,**  
**M.V. BAKHANOVA<sup>2</sup>, Candidate of Science in Biology, Associate Professor**

<sup>1</sup>*Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, SB RAS*

*132, Lermontova St, Irkutsk, 664033, Russia*

e-mail: bigmks73@rambler.ru

<sup>2</sup>*Buryat State University*

*24A, Smolina St, Ulan-Ude, 670000, Russia*

e-mail: milada2015@bk.ru

There were studied different genotypes of apple trees (forms of Siberian crab apple *Malus baccata* (L.) Borkh. and *Malus baccata* × *Malus domestica* hybrids) as to winter hardiness components under conditions of artificial climate. The objects of the study were apple varieties bred in Buryatia, Krasnoyarsk, Novosibirsk, and Canada as well as four forms of Siberian crab apple grown in Irkutskiy, Chermkhovskiy, and Zalarinskiy Districts of Irkutsk Region and isolated in the territory of Buryatia. The one-year branches of apple trees belonging to the genotypes chosen were used as the material for research. The material was kept at the temperature of -10°C before carrying out the experiments. There was applied the method for simulating climatic conditions. The artificial freezing was conducted in the low-temperature chamber at the temperatures from -70°C to +80°C during 24 hours. The biological experiments were replicated 3 times. Resulting from research, all the forms of Siberian crab apple showed high resistance according to the winter hardiness components studied. The other varieties investigated were divided into three groups: 1) without damages (Dobrynya, Pervenets Buryatii); 2) small damages to the wood, bark and cambium (Krasa Buryatii, Slava Buryatii, Dubrovinka, Komsomolets Buryatii); 3) high extent of frost damage to the vegetative organs (Melba, Lada, Krasnaya Grozd). The varieties from the first and second groups, growing in the gardens and farms of Buryatia and Irkutsk Region, successfully overwinter.

**Keywords:** apple, winter hardiness, artificial freezing, winter hardiness components.

*Поступила в редакцию 20.06.2017*



УДК 632.954:633.15

**ОСТАТКИ ГЕРБИЦИДА МАЙСТЕР В ЛУГОВО-БУРОЙ ПОЧВЕ  
И ЕГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ****А.В. КОСТЮК, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,  
Н.Г. ЛУКАЧЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник***Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений  
692682, Россия, Приморский край, с. Камень-Рыболов, ул. Мира, 42а  
e-mail: dalniizr@mail.ru*

Исследования проводили в условиях вегетационного домика (2012 г.) и на опытных полях в Приморье в 2013, 2015 и 2016 гг. Почва – лугово-бурая оподзоленная, содержащая в пахотном горизонте 3,5 % гумуса. Изучена чувствительность 12 сельскохозяйственных культур к гербициду МайсТер. Установлено, что свекла, огурец, морковь, капуста, томаты, редис и гречиха проявили очень высокую чувствительность к действующим веществам (д.в.) гербицида МайсТер (форамсульфурон + йодосулфурон). Доза, снижающая массу этих тест-культур на 50 %, составила 0,1–6,0 г д.в./га. Для риса, горчицы, ячменя, сои и пшеницы этот показатель был на уровне 13,0–20,5 г д.в./га, что свидетельствует об их высокой чувствительности к гербициду МайсТер. Данные по предельно допустимым количествам гербицида в лугово-бурой почве, которые в зависимости от культуры колеблются от 0,003 до 14,8 г д.в./га, подтверждают эту условную градацию культур по признакам чувствительности. Определено, что из пяти сельскохозяйственных культур, использовавшихся в качестве тест-растений, три (горчица, гречиха и свекла), показали наличие остатков действующих веществ гербицида МайсТер в лугово-бурой почве. Через 4 мес после его внесения в норме расхода 150 г/га (46,5 г д.в./га) в почве сохранилось 7,4–9,3 г д.в./га, или 16–20 %, а от 300 г/га (93 г д.в./га) осталось 10,5–10,9 г д.в./га, или 11–12 %. Спустя 11 мес в лугово-бурой почве может сохраниться до 2,8–3,7 % его действующего вещества. При посеве на следующий год гречихи и сои на опытном участке, обработанном МайсТером, не выявлено последствий на растения и урожайность этих культур даже в нормах расхода гербицида двукратных от рекомендованных. Урожайность зеленой массы гречихи и семян сои существенно не отличалась от безгербицидного варианта.

**Ключевые слова:** культура, чувствительность, гербицид, МайсТер, последствие, действующее вещество, лугово-бурая почва.

Требования к современным гербицидным препаратам во всем мире повышаются с точки зрения их селективности по отношению к культурным и сорным растениям, а также в отношении максимального уменьшения негативного влияния на систему растения – почва – вода – человек – атмосфера [1].

По различным оценкам, от 70 до 90 % пестицидов в момент их применения попадают в почву. Их остаточные количества угнетают почвенную биоту, оказывают отрицательное последствие на культурные

растения, загрязняют поверхностные и подземные воды [2].

Требованиями, предъявляемыми к гербицидам при регистрационных испытаниях, являются:

- безопасность для культурных растений, что подтверждается отсутствием фитотоксичности и степенью повышения урожайности, отсутствием отрицательного действия препарата на качество продукции и его остаточных количеств в ней;

- экологическая безопасность, которая определяется рядом показателей: разложе-

нием в течение одного вегетационного периода, отсутствием последствия на следующие культуры севооборота и др. [3].

Последствие гербицида – угнетение роста и развития культуры севооборота или ответная реакция ряда поколений сорняков на исходное сублетальное воздействие гербицида [4].

Важнейшее свойство избирательных гербицидов – отсутствие отрицательного последствия при применении. При соблюдении регламента применения большинство используемых сейчас препаратов обладает таким свойством. При нарушении технологии (завышение нормы расхода, неравномерное распределение по площади и др.) многие препараты становятся опасными и могут вызвать повреждения не только обработанных, но и последующих культур севооборота [5, 6].

Важную роль в предотвращении отрицательных экологических последствий систематического применения гербицидов играет научно обоснованное формирование их ассортимента. В основе мониторинга лежит идентификация характера и направленности процессов, определяющих поведение гербицидов, их миграции, закономерностей детоксикации активного компонента препаратов и особенностей его воздействия на отдельное структурное составляющее агрофитоценозов [7–9].

С конца 80-х годов XX в. в растениеводстве России довольно широко и успешно используются гербициды нового четвертого поколения из производных сульфонилмочевин. Обладая уникальной биологической активностью, эти гербициды требуют и высокопрофессионального подхода к их использованию. Уровень гербицидной активности препаратов этого класса широко варьирует в зависимости от свойств почв, погодных условий, ботанических особенностей культурных и сорных растений. Многие из широко применяемых в сельском хозяйстве России препаратов из химических соединений этого класса обладают высокой стойкостью к деградации в почве и других объектах окружающей среды [10].

Названные гербицидные препараты более 20 лет используются в борьбе с сорняками в посевах практически всех основных сельскохозяйственных культур общей площадью до 50 млн га в год, что составляет более 60 % от общего объема применяемых пестицидов. Систематическое применение описанных выше гербицидов привело к загрязнению в разной степени их остатками до 22 % почв, что составляет около 15 млн га [11].

В 2010 г. на российском рынке пестицидов для кукурузы предложен новый послевсходовый пестицид компании «Байер Кроп Сайенс» – МайсТер, ВДГ. Активные компоненты препарата форамсульфурон (300 г/кг) и йодосульфурон-метил-натрий (10 г/кг) поражают фермент ацетолактатсинтазу [12].

Цель исследований – изучение чувствительности сельскохозяйственных культур к гербициду МайсТер, определение предельно допустимых количеств и остатков действующих веществ его в лугово-бурой почве в условиях вегетационного домика, а также последствие на растения и урожайность гречихи и сои.

#### УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в вегетационном домике, а также на опытных полях Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений в 2012–2016 гг. Почва, используемая в вегетационном домике, а также на опытных участках – лугово-бурая оподзоленная среднесуглинистая, содержащая в пахотном горизонте 3–4 % гумуса,  $pH_{\text{сол}}$  5,0–5,9.

Температурный фон в годы исследований не имел существенных различий от среднесезонных значений. В 2013 и 2015 гг. в июле, а также в августе 2015 г. осадков выпало в 2 раза больше нормы (соответственно 270, 201 и 241 мм). В 2016 г. в июле ощущался недостаток влаги в почве, осадков выпало в 2 раза меньше нормы (58 мм). Дефицит влаги в почве наблюдался в июне 2015 г.



В условиях вегетационного домика для определения чувствительности сельскохозяйственных культур к гербициду МайсТер навеску лугово-бурой почвы обрабатывали растворами этого препарата в следующих дозах: 50, 75, 100, 125 и 150 г/га по препарату или 16, 23, 31, 39 и 47 г/га по действующему веществу (д.в.). Через сутки после тщательного перемешивания обработанную почву набивали в стаканчики и затем высевали семена 12 сельскохозяйственных культур. В тот же день проводили посев контрольных вариантов. Срезку зеленой массы растений и их взвешивание проводили через три недели после появления всходов. По снижению массы в сравнении с контролем судили о степени токсичности гербицида для каждой из исследуемых культур. Методом пробит-анализа с помощью компьютера были рассчитаны предельно допустимые концентрации (ПДК) гербицидов в почве для этих культур. За ПДК<sub>(ф)</sub> принято считать дозу препарата, снижающую массу или урожай культуры на 10 % при нижнем пределе значения данной величины.

Длительность сохранения действующего начала гербицида МайсТер исследовали осенью 2012 г. и весной 2013 г. Был проведен отбор образцов лугово-бурой почвы с глубины пахотного слоя (0–20 см) с делянок, на которых применяли гербицид в дозах 150 и 300 г/га по препарату или 46,5 и 93 г д.в./га, а также с контрольного варианта. Почву высушивали, размалывали на мельнице и набивали в стаканчики, в которые затем высевали семена тест-культур: гречихи, горчицы, свеклы, сои и риса. Одновременно производили набивку стаканчиков контрольной (чистой) почвой и обрабатывали растворами гербицида МайсТер в дозах 12,5, 25, 50, 75 и 100 г/га, вызывающих снижение массы растений на 20–80 %. К гербициду в обоих случаях добавляли антидот БиоПауэр (1,0 л/га). Нанесение растворов гербицида и антидота осуществляли с помощью лабораторного опрыскивателя ОЛ-5. Затем в них высевали семена тех же тест-растений. Повторность опытов пятикратная. Влажность почвы в стаканчиках во время проведения опытов поддерживали на уровне 60–70 %

ПВ. Через 30 сут растения срезали и взвешивали. Расчет остаточных количеств действующих веществ гербицида МайсТер проводили с помощью номограмм согласно «Методическому указанию по отбору и изучению гербицидов почвенного действия» Ю.Я. Спиридонова и Л.Т. Макеевой-Гурьяновой.

В полевых условиях последствие гербицида МайсТер на растения и урожайность зеленой массы гречихи изучали в 2013, 2015 и 2016 гг., а семян сои – в 2015 г. Перед посевом внесено минеральное удобрение (диаммофоска) из расчета 100 кг/га. Площадь опытной делянки под каждой культурой 7,8 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение рендомизированное. Нормы расхода гербицида МайсТер в предыдущие посевы этих культур годы составляли 150, 250 и 300 г/га. В течение вегетационного сезона проводили учеты густоты стояния растений, а также замеры их высоты. Все исследования выполняли согласно «Методическому руководству по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве» [13], а цифровой материал обрабатывали математически по Б.А. Доспехову [14] и В.А. Короневскому [15].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованиями установлено, что свекла, огурец, морковь, капуста, томаты, редис и гречиха проявили очень высокую чувствительность к действующим веществам гербицида МайсТер. Доза, снижающая массу этих тест-культур на 50 %, составила 0,1–6,0 г д.в./га (табл. 1). Для таких культур, как рис, горчица, ячмень, соя и пшеница, этот показатель был на уровне 13,0–20,5 г д.в./га, что говорит об их высокой чувствительности к гербициду МайсТер. Эта условная градация культур по группам чувствительности к гербициду МайсТер практически полностью подтверждается данными по предельно-допустимым количествам гербицида в лугово-бурой почве. Показатели ПДК в зависимости от культуры колеблются от 0,003 до 14,8 г д.в./га.



Таблица 1

**Чувствительность сельскохозяйственных культур к гербициду МайсТер в лугово-бурой почве**

| Культура (сорт) | Доза, снижающая массу растений на 50 %, г/га | Предельно допустимое количество гербицида в почве, г д. в./га |
|-----------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Свекла          | 0,1                                          | 0,003                                                         |
| Огурец          | 1                                            | 0,01                                                          |
| Морковь         | 4 (0,2-7,5)                                  | 0,02                                                          |
| Гречиха         | 2 (1,0-4,6)                                  | 0,09                                                          |
| Капуста         | 2 (2,7-4,5)                                  | 0,2                                                           |
| Томаты          | 5 (2,7-9,3)                                  | 0,7                                                           |
| Редис           | 6 (3,5-8,8)                                  | 1,1                                                           |
| Рис             | 13 (8,9-17,9)                                | 2,1                                                           |
| Горчица         | 16 (11,5-22,2)                               | 7,7                                                           |
| Ячмень          | 19 (17,6-20,7)                               | 10,6                                                          |
| Соя             | 20,5 (18,6-22,5)                             | 11,7                                                          |
| Пшеница         | 19,6 (17,5-21,8)                             | 14,8                                                          |

В условиях вегетационного домика определено, что 3 (горчица, гречиха и свекла) из 5 сельскохозяйственных культур, использовавшихся в качестве тест-растений, показали на наличие остатков действующих веществ гербицида МайсТер в лугово-бурой почве. Через 4 мес (конец вегетационного сезона) после внесения гербицида МайсТер в норме расхода 150 г/га (46,5 г д.в./га) в почве сохранилось 7,4–9,3 г д.в./га, или 16–20 %, а от 300 г/га (93 г д.в./га) осталось 10,5–10,9 г/га, или 11–12 % (табл. 2). Через 11 мес после применения гербицидов в лугово-бурой почве может сохраниться от 2,8 до 3,7 % его д.в., об этом лишь свидетельствовали полученные данные по тест-культуре гречихе. Остальные 4 сельскохозяйственные культуры показали, что действующие вещества препарата МайсТер полностью разлагаются.

По данным В.Н. Колупаева [16], в почве Краснодарского края при осеннем внесении йодосульфурона к моменту посадки следующей культуры севооборота сохранилось 1,8 % гербицида от внесенного количества, а при весеннем применении – 9,4 %.

При посеве на следующий год гречихи и сои на опытном участке, обработанном МайсТером, не выявлено последствий на растения и урожайность этих культур. Даже в нормах расхода двукратных от рекомендо-

Таблица 2

**Динамика содержания действующего вещества гербицида МайсТер в лугово-бурой почве**

| Тест-культуры | Норма расхода, г/га |              | Содержание д.в. в слое почвы 0–20 см |                            |
|---------------|---------------------|--------------|--------------------------------------|----------------------------|
|               | по д.в.             | по препарату | г/га                                 | % от внесенного количества |

*Через 4 мес после внесения*

|         |      |     |      |    |
|---------|------|-----|------|----|
| Гречиха | 46,5 | 150 | 9,3  | 20 |
|         | 93,0 | 300 | 10,5 | 11 |
| Горчица | 46,5 | 150 | 7,4  | 16 |
|         | 93,0 | 300 | 13,9 | 12 |
| Свекла  | 46,5 | 150 | 7,4  | 16 |
|         | 93,0 | 300 | 10,5 | 11 |

*Через 11 мес после внесения*

|         |      |     |     |     |
|---------|------|-----|-----|-----|
| Гречиха | 46,5 | 150 | 1,7 | 3,7 |
|         | 93,0 | 300 | 2,6 | 2,8 |
| Горчица | 46,5 | 150 | 0   | 0   |
|         | 93,0 | 300 | 0   | 0   |

Таблица 3

**Урожайность гречихи и сои через год после применения гербицида МайсТер**

| Вариант                   | Доза, кг/га | Зеленая масса гречихи, ц/га (среднее за 2013, 2015 и 2016 гг.) | Семена сои, ц/га (2015 г.) |
|---------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Контроль (без гербицидов) | –           | 134,0                                                          | 20,2                       |
| МайсТер                   | 0,15        | 134,4                                                          | 20,6                       |
|                           | 0,25        | 135,9                                                          | 19,6                       |
|                           | 0,30        | 135,7                                                          | 19,4                       |
|                           |             |                                                                |                            |
| НСР <sub>0,5</sub>        |             | 12,0                                                           | 2,6                        |

ванных урожайность зеленой массы гречихи, одной из самых чувствительных культур, составила 135,9 и 135,7 ц/га, что было на уровне контроля – 134,0 ц/га (табл. 3). Урожайность семян сои также существенно не отличалась от безгербицидного варианта.

**ВЫВОДЫ**

1. Через 11 мес после применения гербицида МайсТер, к моменту посева следующей культуры севооборота, в лугово-бурой почве может сохраниться до 3,7 % (1,7 г/га) действующего вещества от рекомендованной нормы расхода (150 г/га) и до 2,8 % (2,6 г д.в./га) при передозировке (300 г/га).

2. При посеве на следующий год после применения препарата МайсТер гречихи и сои не выявлено его последствий на растения и их урожайность.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Спиридонов Ю.Я., Жемчужин С.Г.** Современные проблемы изучения гербицидов (2006–2008 гг.) // *Агрохимия*. – 2010. – № 7. – С. 73–91.
2. **Сметник А.А., Спиридонов Ю.Я.** Особенности поведения гербицидов в почве // *Защита и карантин растений*. – 2002. – № 2. – С. 46–47.
3. **Долженко В.И., Петунова Т.А., Маханькова Т.А.** Биолого-токсикологические требования к ассортименту гербицидов // *Защита и карантин растений*. – 2001. – № 5. – 14 с.
4. **Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г.** Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе. – М.: РАСХН–ГНУ ВНИИФ, 2006. – 272 с.
5. **Гулидов А.М.** О последствиях гербицидов // *Защита и карантин растений*. – 2003. – № 2. – С. 25–26.
6. **Никитин Н.В., Абубикеров В.А.** Технология внесения гербицидов // *Научно-обоснованные технологии химического метода борьбы с сорняками в растениеводстве различных регионов Российской Федерации*. Материалы III Междунар. науч.-производ. совещ. (Голицыно, 17–20 июля 2001 г.) – Голицыно. – 2001. – С. 29–52.
7. **Ларина Г.Е., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г.** Экологические аспекты сельскохозяйственного применения сульфонилмочевинных гербицидов // *Агрохимия*. – 2001. – № 1. – С. 53–67.
8. **Соколов М.С., Монастырский О.А., Пикушова Э.А.** Экологизация защиты растений // *Пушино: ОНТИПНЦ РАН*. – 1994. – 462 с.
9. **Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г.** Пестициды и окружающая среда // *Рекомендации по региональному применению гербицидов в Российской Федерации*. – М.: РАСХН. – 1998. – С. 8–15.
10. **Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г., Ларина Г.Е., Спиридонова Г.С.** К вопросу об остаточном действии сульфонилмочевинных гербицидов в почвах России // *Научно-обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства*. Материалы III Междунар. науч.-производ. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20–21 июля 2005). – Голицыно. – 2005. – С. 521–541.
11. **Спиридонов Ю.Я.** Научно-практическое обоснование успешной борьбы с сорняками на современном этапе // *Современные проблемы гербологии и оздоровления почв*. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (21–23 июля 2016 г. Большие Вяземы.) – Большие Вяземы. – 2016. – С. 118–136.
12. **Новиков П.В.** Гербицид МайсТер: возможности и опыт испытания в посевах кукурузы // *Кукуруза и сорго*. – 2010. – № 1. – С. 21–22.
13. **Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г.** Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве // *Изд. 2-е испр. и доп.* – М.: Печатный город. – 2000. – 252 с.
14. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
15. **Короневский В.А.** К методике статистической обработки данных многолетних полевых опытов // *Земледелие*. – 1985. – № 1. – С. 56–57.
16. **Колупаева В.Н.** Прогнозирование динамики содержания почвенных гербицидов в агроценозе озимой пшеницы при осеннем и весеннем применении // *Современные проблемы гербологии и оздоровления почв*. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. (21–23 июля 2016 г. Большие Вяземы.) – Большие Вяземы. – 2016. – С. 273–279.

# REFERENCES

1. **Spiridonov Yu.Ya., Zhemchuzhin S.G.** Sovremennye problemy izucheniya gerbitsidov (2006–2008 gg.) // *Agrokhimiya*. – 2010. – № 7. – S. 73–91.
2. **Smetnik A.A., Spiridonov Yu.Ya.** Osobennosti povedeniya gerbitsidov v pochve // *Zashchita i karantin rastenii*. – 2002. – № 2. – S. 46–47.
3. **Dolzhenko V.I., Petunova T.A., Makhan'kova T.A.** Biologo-toksikologicheskie trebovaniya k assortimentu gerbitsidov // *Zashchita i karantin rastenii*. – 2001. – № 5. – 14 s.
4. **Spiridonov Yu.Ya., Shestakov V.G.** Ratsional'naya sistema poiska i otbora gerbitsidov na sovremennom etape. – M.: RASKhN–GNU VNIIF, 2006. – 272 s.
5. **Gulidov A.M.** O posledestvii gerbitsidov // *Zashchita i karantin rastenii*. – 2003. – № 2. – S. 25–26.
6. **Nikitin N.V., Abubikerov V.A.** Tekhnologiya vnesheniya gerbitsidov // *Nauchno-obosnovannye tekhnologii khimicheskogo metoda bor'by s sornyakami v rastenievodstve razlichnykh regionov Rossiiskoi Federatsii*. Materialy Tret'ego Mezhdunarodnogo nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniya (Golitsyno, 17 – 20 iyulya 2001 g.) – Golitsyno. – 2001. – S. 29–52.

7. **Larina G.E., Spiridonov Yu.Ya., Shestakov V.G.** Ekologicheskie aspekty sel'skokhozyaistvennogo primeneniya sul'fonilmochevinnykh gerbitsidov // *Agrokimiya*. – 2001. – № 1. – S. 53–67.
8. **Sokolov M.S., Monastyrskii O.A., Pikushova E.A.** Ekologizatsiya zashchity rastenii. // *Pushchino: ONTIPNTs RAN*. – 1994. – 462 s.
9. **Spiridonov Yu.Ya., Shestakov V.G.** Pestitsidy i okruzhayushchaya sreda // *Re-komendatsii po regional'nomu primeneniyu gerbitsidov v Rossiiskoi Federatsii*. M.: RASKhN. – 1998. – S. 8–15.
10. **Spiridonov Yu.Ya., Shestakov V.G., Larina G.E., Spiridonova G.S.** K voprosu ob ostatochnom deistvii sul'fonilmochevinnykh gerbitsidov v pochvakh Rossii // *Nauchno-obosnovannye sistemy primeneniya gerbitsidov dlya bor'by s sornyakami v praktike rastenievodstva. Materialy Tret'ego mezhdunarodnogo nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniya (Golitsyno, VNIIF, 20-21 iyulya 2005)*. – Golitsyno. – 2005. – S. 521–541.
11. **Spiridonov Yu.Ya.** Nauchno-prakticheskoe obosnovanie uspekhov bor'by s sornyakami na sovremennom etape // *Sovremennye problemy gerbologii i ozdorovleniya pochv. Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (21–23 iyulya 2016 g. Bol'shie Vyazemy.)* – Bol'shie Vyazemy. – 2016. – S. 118–136.
12. **Novikov P.V.** Gerbitsid MaisTer: vozmozhnosti i opyt ispytaniya v posevakh kukuruzy // *Kukuruza i sorgo*. – 2010. – № 1. – S. 21–22.
13. **Spiridonov Yu.Ya., Larina G.E., Shestakov V.G.** Metodicheskoe rukovo-dstvo po izucheniyu gerbitsidov primenyaemykh v rastenievodstve // *Izd. 2-e nepr. i dop.* – M.: Pechatnyi gorod. – 2000. – 252 s.
14. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.
15. **Koronevskii V.A.** K metodike statisticheskoi obrabotki dannykh mnogo-letnikh polevykh opytov // *Zemledelie*. – 1985. – № 1. – S. 56–57.

## MAISTER HERBICIDE RESIDUES IN BROWN MEADOW SOIL AND ITS AFTEREFFECT

**A.V. KOSTYK, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head,  
N.G. LUKACHEVA, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher**

*Far Eastern Research Institute of Plant Protection*

*42a, Mira St, Kamen-Rybolov, Khankaitskiy District, Primorsky Territory, 692682, Russia*

*e-mail: dalniizr@mail.ru*

A study was carried out under conditions of the vegetation house in 2012 and in the experimental fields in Primorye in 2013, 2015, and 2016. Soils were brown meadow podzolized, containing 3.5 percent of humus in the arable horizon. The sensitivity to MaisTer herbicide was studied in 12 agricultural crops. It was found that beet, cucumber, carrot, cabbage, tomato, radish and buckwheat showed high sensitivity to active ingredients of MaisTer herbicide (foramsulfuron + iodosulfuron). A dose reducing the weight of these test crops by 50% was 0.1–6.0 g a.i./ha. For rice, mustard, barley, soybean and wheat, this figure was from 13.0 to 20.5 g a.i./ha, significative of their high sensitivity to MaisTer herbicide. The data on tolerance for herbicide residues in brown meadow soil that fluctuate from 0.003 to 14.8 g a.i./ha depending on a crop, confirm this conditional gradation of crops as to sensitivity signs. It was found that 3 of 5 agricultural crops (mustard, buckwheat and beet) used as test plants showed the presence of residues of MaisTer herbicide active ingredients in brown meadow soil. Four months after applying herbicide in consumption rate of 150 g/ha (46.5 g a.i./ha), 7.4–9.3 g a.i./ha, or 16–20%, remained in soil; at consumption rate of 300 g/ha (93 g a.i./ha), 10.5–10.9 g a.i./ha, or 11–12%, remained in soil. Eleven months later, 2.8–3.7% of herbicide active ingredients may persist in brown meadow soil. Next year, when growing buckwheat and soybean in the experimental land plot treated with MaisTer herbicide, no aftereffect on the plants and yields of these crops was revealed, even in consumption rates doubling the recommended one. The yields of buckwheat green mass and soybean seeds did not significantly differ from those in the herbicide-free variant.

**Keywords:** crop, sensitivity, MaisTer herbicide, aftereffect, active ingredients, brown meadow soil.

*Поступила в редакцию 09.06.2017*



УДК 636.4.082.4

## ПОРОДНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ГЕНОТИПОВ ГЕНА PRLR У СВИНЕЙ\*

**А.И. КЛИМЕНКО**, академик РАН, главный научный сотрудник,  
**А.Ю. КОЛОСОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,  
**М.А. ЛЕОНОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,  
**Л.В. ГЕТМАНЦЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,  
**С.Ю. БАКОЕВ**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,  
**А.В. РАДЮК**, младший научный сотрудник,  
**Е.А. РОМАНЕЦ**, магистрант

*Донской государственный аграрный университет*

*346493, Россия, Ростовская область, Октябрьский район, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24*  
e-mail: dongau-nir@mail.ru

Приведены результаты влияния полиморфизма гена рецептора пролактина (PRLR) на воспроизводительные показатели чистопородных свиней породы ландрас и крупная белая, а также гибридных свиней первого поколения. Ген PRLR у свиней локализован в хромосоме 16 (SSC16) и наличие AluI-полиморфизма связывают с вариативностью фенотипических показателей воспроизводительной продуктивности свиней. Исследования проводили на свиньях крупной белой породы, ландрас и гибридных свиньях, полученных при скрещивании свиноматок ландрас и хряков крупной белой в условиях племенного хозяйства. Ядерную ДНК свиней выделяли из 50 мкг предварительно подготовленной пробы с использованием набора реагентов «К-Сорб-100». Рестрикцию амплифицированного фрагмента проводили эндонуклеазой AluI. Размер полученных рестрикционных фрагментов определяли методом электрофореза в 2,5%-м агарозном геле с добавлением бромистого этидия. Установлено наличие полиморфизма у всех рассматриваемых пород. Анализ продуктивных качеств показал, что у свиноматок породы ландрас с лучшими воспроизводительными показателями связан генотип AA/PRLR, наличие которого относительно животных генотипа BB/PRLR связано с большим числом поросят, многоплодием и массой гнезда при рождении. У свиней крупной белой породы положительные эффекты установлены у животных генотипа BB/PRLR. Для гибридных свиней с лучшими показателями продуктивности связан генотип AB/PRLR. В исследованиях прослеживается породоспецифический эффект полиморфизма PRLR, что представляет интерес при получении свиней, используемых на первом этапе гибридизации.

**Ключевые слова:** свиньи, ландрас, крупная белая порода, генотип, PRLR, полиморфизм, воспроизводительные качества.

В настоящее время гибридизация – основной метод разведения свиней во всех крупных агрокомплексах как в России, так и за рубежом. Для эффективной реализации данного метода создают специализированные линии свиней, имеющие высокий эффект об-

щей и специфической комбинационной способности. Правильная организация гибридизации в племенной работе позволяет увеличить рентабельность свиноводства на 15–20 %. В связи с этим научный и практический интерес приобретает разработка методов,

\*Работа выполнена за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук. Договор № 14.W01.16.7781-МК 14 марта 2016 г.



позволяющих оценивать воспроизводительные признаки не только по фенотипическому проявлению признаков, но и непосредственно на генетическом уровне, используя современные ДНК-технологии.

Ген рецептора пролактина (PRLR) – один из перспективных ДНК-маркеров воспроизводительной продуктивности свиней. Белковый продукт гена PRLR представляет рецептор гормона передней доли гипофиза (пролактина) и участвует в организме млекопитающих в процессах размножения, а также в регуляции роста и метаболизма [1]. Рецепторы пролактина – трансмембранные белковые структуры, которые относятся к семейству рецепторов цитокинов. В рецепторе пролактина имеется внеклеточный домен, необходимый для связи с гормоном пролактина, цитоплазматический и трансмембранный домены для проведения гормонального сигнала внутрь клетки [2].

Ген PRLR (Gene ID: 414916) у свиней локализован в хромосоме 16 (SSC16) и наличие AluI-полиморфизма связывают с вариативностью фенотипических показателей воспроизводительной продуктивности свиней. В исследованиях [3–11] представлено, что полиморфизм гена PRLR статистически достоверно влияет на общее число поросят, многоплодие и массу гнезда при рождении у свиней различных пород и линий. Результаты исследований многих авторов расходятся относительно желательного генотипа по гену PRLR. Представляет интерес также изучение эффектов генотипов гена PRLR у гибридных свиноматок  $F_1$ .

Цель работы – изучить влияние полиморфизма гена рецептора пролактина на воспроизводительные качества свиней пород ландрас и крупная белая, а также гибридных свиней  $F_1$ , полученных при скрещивании свиноматок породы ландрас и хряков крупной белой породы.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования по изучению влияния полиморфизма гена PRLR на продуктивные качества проводили

на свиньях крупной белой породы ( $n = 71$ ), ландрас ( $n = 116$ ) и гибридных свиньях  $F_1$ , полученных при скрещивании свиноматок ландрас и хряков крупной белой ( $n = 130$ ). Воспроизводительные качества свиноматок оценивали по результатам первого опороса, а также числу поросят при рождении, многоплодию, массе гнезда при рождении.

Ядерную ДНК свиней выделяли из 50 мкг предварительно подготовленной пробы (тонкий срез эпителия из образца ткани) с использованием набора реагентов «К-Сорб-100».

Рестрикцию амплифицированного фрагмента проводили эндонуклеазой AluI [12]. Размер полученных рестрикционных фрагментов определяли методом электрофореза в 2,5%-м агарозном геле с добавлением бромистого этидия. Фрагменты длиной 85, 59 и 19 п.н. соответствовали генотипу AA/PRLR, 104, 59 и 19 п.н. – генотипу BB/PRLR, 104, 85, 59 и 19 п.н. – генотипу AB/PRLR. По результатам молекулярно-генетических исследований определяли частоту аллелей и генотипов.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований свиней породы ландрас установлено наличие трех генотипов: AA/PRLR, AB/PRLR и BB/PRLR с частотами 53,4; 38,1 и 8,5 % соответственно. Исследование генетической структуры свиней крупной белой породы показало, что ген PRLR в изучаемой выборке представлен двумя аллелями A/PRLR, B/PRLR и двумя генотипами AB/PRLR и BB/PRLR. Наибольшую частоту имел аллель B/PRLR – 0,86, и генотип BB/PRLR – 72,5 %. Частота генотипа AB/PRLR составила 27,5 %. У гибридных свиноматок  $F_1$  установлено наличие аллелей A/PRLR и B/PRLR и трех генотипов AA/PRLR, AB/PRLR и BB/PRLR с частотами для аллелей 0,65 и 0,35; для генотипов 34,6; 60,3 и 5,1 % соответственно.

Результаты исследований воспроизводительных качеств свиноматок показали наличие достоверного влияния полиморфизма гена PRLR на многоплодие, число поросят



**Воспроизводительные качества свиноматок породы ландрас, крупная белая и  $F_1$   
различных генотипов по гену PRLR**

| Порода свиней                    | Генотипы       |               |                |
|----------------------------------|----------------|---------------|----------------|
|                                  | AA             | AB            | BB             |
| Ландрас:                         |                |               |                |
| число поросят при рождении       | 14,72 ± 0,69** | 14,18 ± 0,78  | 12,45 ± 0,29   |
| многоплодие, гол.                | 13,51 ± 0,55** | 12,83 ± 0,75  | 11,82 ± 0,58   |
| масса гнезда при рождении, кг    | 19,62 ± 0,80** | 18,51 ± 1,05  | 16,10 ± 0,30   |
| Крупная белая:                   |                |               |                |
| число поросят при рождении       | –              | 13,13 ± 0,42  | 14,04 ± 0,30   |
| многоплодие, гол.                | –              | 12,07 ± 0,36  | 13,12 ± 0,25*  |
| масса гнезда при рождении, кг    | –              | 15,44 ± 0,64  | 18,06 ± 0,40** |
| $F_1$ (ландрас × крупная белая): |                |               |                |
| число поросят при рождении       | 14,10 ± 0,44   | 14,25 ± 0,31  | 13,70 ± 0,25   |
| многоплодие, гол.                | 13,12 ± 0,52   | 13,39 ± 0,21* | 12,84 ± 0,29   |

\* $p < 0,05$ .\*\* $p < 0,01$ .

при рождении и массу гнезда при рождении (см. таблицу).

Свиноматки породы ландрас генотипа AA/PRLR по сравнению с аналогами генотипа BB/PRLR имели большее число поросят при рождении, многоплодие и массу гнезда при рождении на 2,3 гол. (18,2 %;  $p < 0,01$ ), 1,7 гол. (14,3 %;  $p < 0,01$ ) и 3,5 кг (21,7 %;  $p < 0,01$ ) соответственно. У свиноматок генотипа AA/PRLR также наблюдалась положительная тенденция к увеличению массы гнезда при отъеме на 9,8 кг (14,3 %). Свиноматки генотипа AB/PRLR по воспроизводительным качествам занимали промежуточное положение.

У свиней крупной белой породы наилучшие показатели по числу поросят при рождении, многоплодию и массе гнезда при рождении имели свиноматки генотипа BB/PRLR, которые превосходили аналогов гетерозиготного генотипа AB/PRLR на 0,7 гол. (5,65 %); 1,0 гол. (8,7 %;  $p < 0,05$ ) и 2,6 кг (17,0 %;  $p < 0,01$ ) соответственно.

Полученные нами данные при изучении влияния полиморфизма гена PRLR у свиней породы ландрас и крупная белая показывают наличие дифференциации желательных генотипов, связанной с породной принадлежностью свиней. Для свиноматок породы ландрас с лучшими воспроизводителями по-

казателями связан генотип AA/PRLR, для свиноматок крупной белой желательным выступает генотип BB/PRLR. В связи с этим возникает вопрос, являются ли эти результаты частным случаем или данные различия обусловлены генетическим профилем пород и могут быть рассмотрены в контексте генетической межпородной дифференциации.

Анализируя данные других ученых, можно отметить, что они согласуются с нашими результатами, показавшими различие желательных генотипов, связанных с породной принадлежностью свиней. Исследования, проведенные А.И. Толоконцевым [13] по гену PRLR на свиньях породы ландрас линии Символа в двух поколениях, показали, что наличие генотипа AA у свиноматок первого поколения относительно аналогов генотипов AB/PRLR и BB/PRLR связано с лучшими показателями по числу поросят при рождении на 0,3 и 0,7 гол. соответственно. Исследователи [14] указали положительный эффект аллеля А гена PRLR у свиней породы польский ландрас, где многоплодие свиноматок с генотипом AA/PRLR по результатам первого опороса составило 10,51 гол., тогда как гетерозиготы имели 10,44 гол., гомозиготы BB/PRLR – 10,16 гол. В исследованиях Vincent et al. [15] у свиней породы ландрас также установлено положительное влияние аллеля А на число по-

росят при рождении ( $p < 0,08$ ) и многоплодие ( $p < 0,1$ ). Barreras Serrano et al. [9] проанализирована популяция свиней различных пород по гену PRLR, но четкого эффекта на воспроизводительные качества не установлено, что может быть связано с отсутствием в популяциях свиней породы ландрас и крупная белая гомозиготного генотипа BB/PRLR.

При изучении полиморфизма гена у свиней крупной белой породы Milczewska et al. [16] показан положительный эффект аллеля В, где многоплодие и число поросят до 21 дня было выше у польских крупных белых свиноматок с генотипом BB/PRLR по сравнению со свиноматками других генотипов. В исследованиях Mihailov et al. [12] также показана связь генотипа BB/PRLR с лучшим репродуктивным качествами у свиней крупной белой породы. Свиноматки генотипа BB/PRLR превышают аналогов генотипа AA по числу поросят при рождении и многоплодию на 1,8 и 1,9 гол. ( $p < 0,01$ ) соответственно.

Особенности аллельных эффектов гена PRLR у свиней различных пород могут быть связаны с неравновесием по сцеплению между маркерными аллелями и причинными мутациями. Селекционную стратегию в данном случае необходимо разрабатывать для каждой породы отдельно и всегда учитывать возможные плейотропные эффекты.

Особый интерес представляет использование породоспецифического эффекта полиморфизма гена PRLR при получении свиноматок  $F_1$ , получаемых при скрещивании свиней крупная белая и ландрас. При изучении влияния полиморфизма гена PRLR у гибридных свиноматок  $F_1$  (свиноматки ландрас  $\times$  хряки крупная белая) в наших исследованиях установлена достоверная связь гетерозиготного генотипа AB/PRLR с многоплодием и превосходство над аналогами гомозиготных генотипов на 0,4 гол. (3,2 %;  $p < 0,05$ ). Аналогичная тенденция прослеживается и по числу поросят при рождении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования чистопородных и гибридных свиней показали достоверное влияние полиморфизма гена PRLR на вос-

производительные признаки. Желательные генотипы гена PRLR обладают породной дифференциацией. У свиноматок породы ландрас с высокими показателями воспроизводительной продуктивности связан генотип AA/PRLR, крупной белой породы – генотип BB/PRLR. Для свиноматок  $F_1$  с лучшим многоплодием связан генотип AB/PRLR, который получается при сочетании желательных генотипов AA (ландрас) и BB (крупная белая).

Полученные результаты продемонстрировали влияние полиморфизма гена PRLR на воспроизводительные признаки свиней материнских пород и возможность его использования в качестве генетического маркера при создании специализированных линий свиней для получения на первом этапе гибридизации высокопродуктивных свиноматок  $F_1$ .

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Cooke N.E., Baxter J.D. Structural analysis of the prolactin gene suggests a separate origin for its 5' end // *Nature* – 1982. – N 297. – P. 603–606.
2. Omelka R., Martiniakova M., Peskovicova D., Bauerova M. Associations between Alu I polymorphism in the prolactin receptor gene and reproductive traits of Slovak large white, white meaty and landrace pigs. *Asian-Aust J. Anim. Sci.* – 2008. – N 4. – P. 484–488.
3. Do C.H., Cho B.W., Lee D.H. Study on the Prolactin Receptor 3 (PRLR3) Gene and the Retinol-binding Protein 4 (RBP4) Gene as Candidate Genes for Production Traits in Berkshire Pigs. *Asian Australas J. Anim. Sci.* – 2012. – N 25(2). – P. 183–188.
4. Getmantseva L.V., Kolosov A.Yu., Leonova M.A., Bakoev S.Yu., Klimenko A.I., Vasilenko V.N., Radyuk A.V. Polymorphisms in several porcine genes are associated with growth traits // *American J. of Animal and Veterinary Sciences.* – 2016. – N 11 (4). – P. 136–141.
5. Liu Qing Yu, Yu Yong-Sheng, Jin Xin et al. Association analysis on polymorphisms of prolactin receptor (PRLR) gene exon 10 with reproductive traits in songliao black pig and landrace pig // *J. Chin. Anim. Husb. Vet. Med.* – 2012. – N 39 (10). – P. 191–195.
6. Гетманцева Л.В., Леонова М.А., Широкова Н.Н., Колосов А.Ю. Диагностика полиморфизма ДНК-маркеров селекционных признаков

- сельскохозяйственных животных методом ПЦР-ПДРФ: уч.-метод. пособие. – Пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2016 – 30 с.
7. Гетманцева Л.В., Леонова М.А., Третьякова О.Л., Колосов А.Ю., Бакоев С.Ю., Мамонтов С.Н. Разработка современных методов селекции свиней в ЗАО «Племзавод Юбилейный» // Свиноводство. – 2015. – № 5. – С. 35–38.
  8. Радюк А.В., Леонова М.А., Гетманцева Л.В. Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы IX Междунар. конгр. – Владивосток, 2017. – С. 531–533.
  9. Barreras Serrano A., Herrera Haro J.G., Hori-Oshima S. Prolactin Receptor (PRLR) Gen Polymorphism and Associations with Reproductive Traits in Pigs // J. of Animal and Veterinary Advances. – 2009. – N 8. – P. 469–475.
  10. Do C.H., Cho B.W., Lee D.H. Study on the Prolactin Receptor 3 (PRLR3) Gene and the Retinol-binding Protein 4 (RBP4) Gene as Candidate Genes for Production Traits in Berkshire Pigs. Asian Australas // J. Anim. Sci. – 2012. – N 25 (2). – P. 183–188.
  11. Drogemuller C., Hamman H., Distl O. Candidate gene markers for litter size in different German pig lines // J Anim Sci. – 2001. – N 79. – P. 2565–2570.
  12. Mikhailov N.V., Getmantseva L.V., Usatov A.V., Bakoev S.Yu. Associations between PRLR/AluI Gene Polymorphism with Reproductive, Growth and Meat Traits in Pigs // Cytology and Genetics. – 2014. – Vol. 48, N 5. – P. 323–326.
  13. Толоконцев А.И. Совершенствование пород свиней йоркшир, ландрас, дюрок, канадской селекции и их использование в региональной системе гибридизации: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Саранск, 2012. – С. 2–10.
  14. Kmiec M., Dybus A., Terman A. Prolactin receptor gene polymorphism and its association with litter size in polish landrace // Archiv fur Tierzucht Dummerstorf. – 2001. – N 44. – P. 547–551.
  15. Vincent A.L., Tuggle C.K., Rothschild M.F. et al. The prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pigs: in Proc. 6th World Cong. genet. Appl. Livest. Prod. – Armidale, 1998. – P. 15–18.
  16. Milczewska A., Bogdzinska M., Mroczkowski S. How does the polymorphism of the PRL, PRLR, and RYR1 genes influence the selected reproduction traits in the Polish Large White and the Polish Landrace sows // Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego. – 2011. – T. 7, N 2. – P. 19–26.

## REFERENCES

1. Cooke N.E., Baxter J.D. Structural analysis of the prolactin gene suggests a separate origin for its 5' end // Nature – 1982. – N 297. – P. 603–606.
2. Omelka R., Martiniakova M., Peskovicova D., Bauerova, M. Associations between Alu I polymorphism in the prolactin receptor gene and reproductive traits of Slovak large white, white meaty and landrace pigs. Asian-Aust // J. Anim. Sci. – 2008. – N 4. – P. 484–488.
3. Do C.H., Cho B.W., Lee D.H. Study on the Prolactin Receptor 3 (PRLR3) Gene and the Retinol-binding Protein 4 (RBP4) Gene as Candidate Genes for Production Traits in Berkshire Pigs. Asian Australas // J. Anim. Sci. – 2012. – N 25(2). – P. 183–188.
4. Getmantseva L.V., Kolosov A.Yu., Leonova M.A., Bakoev S.Yu., Klimenko A.I., Vasilenko V.N., Radyuk A.V. Polymorphisms in several porcine genes are associated with growth traits // American J. of Animal and Veterinary Sciences. – 2016. – N 11 (4). – P. 136–141.
5. Liu Qing Yu, Yu Yong-Sheng, Jin Xin, et al. Association analysis on polymorphisms of prolactin receptor (PRLR) gene exon 10 with reproductive traits in songliao black pig and landrace pig // J. Chin. Anim. Husb. Vet. Med. – 2012. – N 39 (10). – P. 191–195.
6. Getmantseva L.V., Leonova M.A., Shirokova N.N., Kolosov A.Yu. Diagnostika polimorfizma DNK-markeroov selektsionnykh priznakov sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh metodom PtsR-PDRF: ucheb.-metod. posobie. – Pos. Persianovskii: Izd-vo Donskogo GAU, 2016 – 30 s.
7. Getmantseva L.V., Leonova M.A., Tret'yakova O.L., Kolosov A.Yu., Bakoev S.Yu. Mamontov S.N. Razrabotka sovremennykh metodov selektsii svinei v ZAO «Plemzavod Yubileinyi» // Svinovodstvo. – 2015. – № 5. – S. 35–38.
8. Radyuk A.V., Leonova M.A., Getmantseva L.V. DNK-markery dlya sozdaniya spetsializirovannykh linii svinei // Biotehnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy IX mezhdunar. kongr. – Vladivostok, 2017. – S. 531–533.
9. Barreras Serrano A., Herrera Haro J.G., Hori-Oshima S. Prolactin Receptor (PRLR) Gen Polymorphism and Associations with Reproductive Traits in Pigs // J. of Animal and Veterinary Advances. – 2009. – N 8. – P. 469–475.

10. Do C.H., Cho B.W., Lee D.H. Study on the Prolactin Receptor 3 (PRLR3) Gene and the Retinol-binding Protein 4 (RBP4) Gene as Candidate Genes for Production Traits in Berkshire Pigs. *Asian Australas J. Anim. Sci.* – 2012. – N 25 (2). – P. 183–188.
11. Drogemuller C., Hamman H., Distl O. Candidate gene markers for litter size in different German pig lines // *J Anim Sci.* – 2001. – N 79. – P. 2565–2570.
12. Mikhailov N.V., Getmantseva L.V., Usatov A.V., Bakoev S.Yu. Associations between PRLR/AluI Gene Polymorphism with Reproductive, Growth and Meat Traits in Pigs // *Cytology and Genetics.* – 2014. – Vol. 48, N 5. – P. 323–326.
13. Tolokontsev A.I. Sovershenstvovanie porod svinei iorkshir, landras, dyurok, kanadskoi selektsii i ikh ispol'zovanie v regional'noi sisteme gibrizatsii: avtoref. dis...d-ra c.-kh. nauk. – Saransk, 2012. – S. 2–10.
14. Kmiec M., Dybus A., Terman A. Prolactin receptor gene polymorphism and its association with litter size in polish landrace // *Archiv fur Tierzucht Dummerstorf.* – 2001. – N 44. – P. 547–551.
15. Vincent A.L., Tuggle C.K., Rothschild M.F. et al. The prolactin receptor gene is associated with increased litter size in pigs: in *Proc. 6th World Cong. genet. Appl. Livest. Prod.* – Armidale, 1998. – P. 15–18.
16. Milczewska A., Bogdzinska M., Mroczkowski S. How does the polymorphism of the PRL, PRLR, and RYR1 genes influence the selected reproduction traits in the Polish Large White and the Polish Landrace sows // *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego.* – 2011. – T. 7, N 2. – P. 19–26.

## DIFFERENCES IN DESIRED GENOTYPES OF THE PRLR GENE IN PIGS OF DIFFERENT BREEDS

**A.I. KLIMENKO**, Member of the Russian Academy of Sciences, Head Researcher,  
**A.YU. KOLOSOV**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,  
**M.A. LEONOVA**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,  
**L.V. GETMANTSEVA**, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head,  
**S.YU. BAKOEV**, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher,  
**A.V. RADYUK**, Junior Researcher,  
**E.A. ROMANETS**, Master's Degree Student

*Don State Agrarian University*

*24, Krivoshlykova St, Persianovsky, Oktyabrsky District, Rostov Region, 346493, Russia*

*e-mail: dongau-nir@mail.ru*

Results are given from studies on the effect of polymorphism in the prolactin receptor gene (PRLR) on reproductive performance of purebred Landrace and Large White and F1 crossbred pigs. The PRLR gene in pigs is localized in chromosome 16 (SSC16). The presence of polymorphism is associated with phenotypic variation in reproductive traits of pigs. The studies were carried out on Large White (n=71), Landrace (n=116), and crossbred (n=130) pigs, which were obtained by crossing ♀ Landrace × ♂ Large White under on-the-farm conditions in Russia. The nuclear DNA of the pigs was extracted from 50 mcg of a pre-prepared sample using a K-Sorb-100 reagent kit. The restriction of the amplified fragment was carried out with the AluI endonuclease. The size of the restriction fragments obtained was determined by the electrophoresis method in a 2.5% agarose gel with the addition of ethidium bromide. The presence of polymorphism was found to be in all breeds studied. The analysis of reproductive performance of pigs has shown that Landrace sows with the best reproductive traits are associated with the AA/PRLR genotype. The presence of this genotype is associated with the greater number of piglets, multifetation, and litter birth weight as compared with the BB/PRLR genotype. In Large White pigs, positive effects were established in animals of the BB/PRLR genotype. In crossbred pigs, the best reproductive performance is associated with the AB/PRLR genotype. The breed-specific effect of the PRLR polymorphism is observed in the studies, which is of interest in obtaining F1 pigs used in the first stage of hybridization.

**Keywords:** pigs, Landrace, Large White, genotype, PRLR, polymorphism, reproductive traits.

*Поступила в редакцию 26.07.2017*





УДК 591.4

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ НОРМАЛЬНОГО ЭКСТЕРЬЕРА И С ФЕНОДЕВИАЦИЕЙ «МОПСОВИДНОСТЬ»

**В.В. ГАРТ<sup>1</sup>**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
**И.В. МОРУЗИ<sup>1</sup>**, доктор биологических наук, заведующая кафедрой,  
**Е.В. ПИЩЕНКО<sup>1</sup>**, доктор биологических наук, профессор,  
**Е.Н. ЯДРЕНКИНА<sup>2</sup>**, доктор биологических наук, старший научный сотрудник

<sup>1</sup>Новосибирский государственный аграрный университет  
630039, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160  
e-mail: moryzi@ngs.ru

<sup>2</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН  
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11  
e-mail: yadrenkina@ngs.ru

Изучены фенотипические признаки мопсовидной особи серебряного карася из мелководных пойменных озер Нижней Оби (Молчановский район Томской области). Дана подробная характеристика экстерьерных показателей нормально развитых рыб и проведено сравнение с экземпляром, имеющим фенодевиацию «мопсовидность». Изучение степени асимметрии строения тела показало, что у рыб нормального строения асимметрия наблюдается по пяти признакам. У мопсовидной особи изменение пластических признаков зарегистрировано в 10 показателях для левой стороны тела и в 12 – для правой. Кроме характерного для данной фенодевиации укорочения предглазничного расстояния, наблюдалось уменьшение числа мягких лучей анального плавника. Одной из причин таких фенотипических изменений у рыб является антропогенное загрязнение водоемов стоками паводковых вод с сельскохозяйственных угодий, аридного поступления вредных веществ. Описаны случаи возникновения мопсовидности при загрязнении водоемов избытком аллохтонного органического вещества, стоками нефтепродуктов или с железнодорожных путей, а также при превышении уровня накопления ртути. Предлагается использовать серебряного карася в качестве биоиндикатора.

**Ключевые слова:** карась, охрана окружающей среды, биоиндексация, фенодевиация, мопсовидность, асимметрия, экстерьерные признаки.

В настоящее время наблюдается нарастающее антропогенное воздействие на биологические системы Земли: увеличение токсических агентов, нарушение температурного режима, изменение скорости водотока и связанного с ней выноса химических элементов [1, 2]. Расширение пахотных земель, увеличение продуктивности сельскохозяйственных угодий с помощью внесения органических, минеральных удобрений, средств защиты растений при производстве продуктов питания для человека приводит к постоянно нарастающему загрязнению экосистем, в ча-

стности водоемов. К способам диагностики загрязненности окружающей среды, кроме мониторинга накоплений токсических веществ, относится и использование метода биоиндексации [3]. В качестве организмов биоиндикаторов водоемов чаще всего выступают бактерии, водоросли, высшие растения, беспозвоночные, рыбы. Выбирают, как правило, широко распространенные и наиболее чувствительные виды, обладающие максимальной скоростью отклика и выраженностью параметров [3–5]. В работах О.П. Мелеховой, Е.А. Хорошенькова отмечено: «Био-



индикаторами служат организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Их индикаторная значимость определяется экологической толерантностью биологической системы. В пределах зоны толерантности организм способен поддерживать свой гомеостаз» [4, 5]. В настоящее время для этой цели все чаще используют наблюдение за популяциями карася, применяя метод расчета асимметрии [4–6].

Карась серебряный (*Carassius carassius gibelio* Bloch) – широко распространенный вид с широким спектром питания, в норме потребляет в основном бентосные организмы. Его биологические признаки изучаются многими авторами в различных водоемах мира [7–10]. Появление аномалий в развитии связывают с ослаблением устойчивости генетического гомеостаза, что часто проявляется в фенотипических изменениях особей в популяции.

Карась обитает на обширных территориях Евразии. Этот вид обладает уникальной лабильностью к условиям водоемов различного гидрологического состояния [9–11]. При обитании в загрязненных водоемах у него появляются различные аномалии в развитии. В работах А.А. Калиевой [12] и А.В. Убаськина, Л.У. Базарбекова и др. [13] выявлено, что при накоплении в оз. Былылдак (Казахстан, Павлодарская область) ртуты, зарегистрировано проявление мопсовидности и других аномальных изменений у этого вида карасей. Число мопсовидных особей в группе молодых рыб длиной до 10 см составило 1 %, 10–15 см – 39–99 %, 17–22 см – менее 1 %. В работе Е.Э. Дьяковской и Е.В. Пищенко отмечено, что даже в экологически благополучных водоемах у карася наблюдается флуктуирующая асимметрия морфологических признаков [14].

В исследованиях Е.А. Хорошенькова [15] и Т.Ю. Пескова, О.Е. Вакула [16] установлено, что в степных реках Кубани наблюдалась асимметрия у карася по двум, трем, редко по четырем признакам. В рабо-

тах многих авторов отмечается связь между проявлением асимметрии у рыб и загрязнением водной среды продуктами биологического происхождения и поверхностными смывами с железнодорожной станции и другими загрязнениями антропогенного характера.

Цель исследования – охарактеризовать фенотипические признаки серебряного карася, обитающего в заморных пойменных озерах р. Обь, а также описать мопсовидный экземпляр и провести сравнительный анализ его фенотипа с нормально развитыми особями.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследований послужили особи серебряного карася, выловленные из пойменных заморных озер в районе р. Обь в Молчановском районе Томской области.

Рыб измеряли по методике Н.Ф. Правдина [17] с помощью штангенциркуля с точностью измерения 0,01 см, линейкой, мерной лентой ценой деления 0,1 см по показателям: абсолютная длина тела; длина тела до конца чешуйного покрова; промысловая длина; длина головы; высота головы; межглазничное расстояние (ширина лба); предглазничное расстояние (длина рыла); заглазничное расстояние; горизонтальный диаметр глаза; вертикальный диаметр глаза; анте-пектральное расстояние; анте-вентральное расстояние; анте-анальное расстояние (расстояние от начала рыла до начала анального плавника); расстояние от начала рыла до конца анального плавника; анте-дорсальное расстояние; расстояние от начала рыла до конца спинного плавника; наибольшая высота тела; высота хвостового стебля; наибольший обхват тела.

Просчитано количество жестких и мягких лучей в плавниках: анальном (А), брюшных (V), грудных (Р), спинном (D).

По результатам промеров вычислены индексы, которые обрабатывались методами вариационной статистики по алгоритмам А.Н. Плохинского [18].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Пойменные заливные озера р. Обь – это водоемы с большим уровнем накопления иловых отложений. Озера мелководные, в зимний период заморные. Ежегодные заморы начинаются вскоре после ледостава.

Основу ихтиофауны составляет серебряный карась (*Carassius carassius gibelio*, Bloch, 1783), реже встречается золотой (*Carassius carassius auratus*).

При разборе улова карасей, состоящего из 150 шт., обнаружена одна особь (самец) с мопсовидной головой в возрасте 4+ года. Его длина 31,0 см, масса 615 г (см. рисунок).

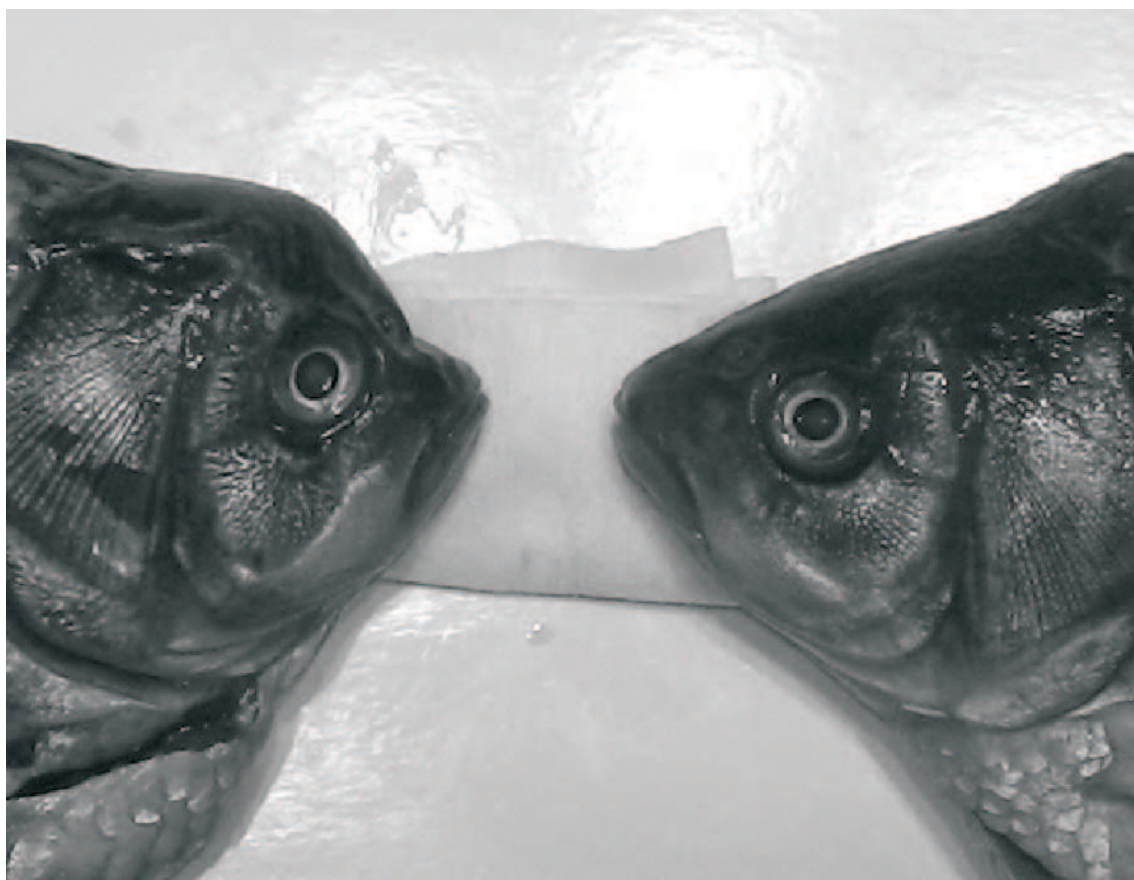
Для проведения сравнительных исследований из этого же улова отобраны нормально развитые, наиболее близкие по абсолютной длине рыбы (от 30,5 до 31,2 см), которых оказалось 5 экз. Группа нормально развитых особей представлена самками. Их масса от 599 до 642 г и в среднем составляла  $621,2 \pm 7,88$  г.

Статистически достоверная разность показателей пластических признаков правой и левой сторон нормально развитых особей обнаружена для следующих относительных размеров тела: предглазничное расстояние (длина рыла) (0,97 %), горизонтальный диаметр глаза (0,42), анте-пектральное расстояние (1,04), анте-дорсальное расстояние (0,86), расстояние от начала рыла до конца спинного плавника (0,96 %) (табл. 1).

Для остальных промеров обнаруженные асимметрии оказались недостоверными. Вариативность изученных признаков незначительная и лежит от 0,87 до 11,48 % для левой стороны и от 0,41 до 4,47 % для правой.

Изучение относительных показателей пластических признаков головы, выраженных в процентах от ее длины, подтвердило асимметрию предглазничного расстояния, существующую у нормальных особей популяции (см. табл. 1).

Сравнительный анализ относительных показателей пластических признаков левой стороны тела мопсовидной особи с лимита-



Караси с мопсовидной и нормально развитой головой

Таблица 1

Статистические показатели относительных размеров тела и головы левой и правой сторон нормально развитых карасей, % к длине тела и головы

| Показатель                                                    | Левая                     |       | Правая                    |      |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|---------------------------|------|
|                                                               | $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ | Cv    | $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ | Cv   |
| <i>Размер тела</i>                                            |                           |       |                           |      |
| Промысловая длина                                             | 76,51 $\pm$ 0,705         | 2,06  | 76,33 $\pm$ 0,356         | 1,04 |
| Длина головы                                                  | 27,41 $\pm$ 0,379         | 3,09  | 27,02 $\pm$ 0,170         | 1,40 |
| Высота головы                                                 | 19,74 $\pm$ 0,829         | 9,38  | 19,92 $\pm$ 0,353         | 3,96 |
| Межглазничное расстояние (ширина лба)                         | 11,50 $\pm$ 0,267         | 5,19  | 11,35 $\pm$ 0,247         | 4,87 |
| Предглазничное расстояние (длина рыла)                        | 7,42 $\pm$ 0,151***       | 4,55  | 6,45 $\pm$ 0,089          | 3,07 |
| Заглазничное расстояние                                       | 14,27 $\pm$ 0,246         | 3,85  | 14,29 $\pm$ 0,026         | 0,41 |
| Горизонтальный диаметр глаза                                  | 6,28 $\pm$ 0,323*         | 11,48 | 5,80 $\pm$ 0,082          | 3,17 |
| Вертикальный диаметр глаза                                    | 5,63 $\pm$ 0,297          | 11,82 | 5,55 $\pm$ 0,096          | 3,86 |
| Анте-пектральное расстояние                                   | 27,00 $\pm$ 0,585*        | 4,84  | 25,96 $\pm$ 0,445         | 3,84 |
| Анте-вентральное расстояние                                   | 47,96 $\pm$ 0,806         | 3,76  | 48,24 $\pm$ 0,386         | 1,79 |
| Анте-анальное расстояние                                      | 78,96 $\pm$ 0,485         | 1,37  | 79,75 $\pm$ 0,353         | 0,99 |
| Расстояние от начала рыла до конца анального плавника         | 84,83 $\pm$ 0,506         | 1,33  | 84,82 $\pm$ 0,311         | 0,82 |
| Анте-дорсальное расстояние                                    | 50,98 $\pm$ 0,199**       | 0,87  | 51,84 $\pm$ 0,222         | 0,96 |
| Расстояние от начала рыла до конца спинного плавника          | 82,39 $\pm$ 0,555*        | 1,51  | 83,35 $\pm$ 0,386         | 1,03 |
| Наибольшая высота тела                                        | 48,21 $\pm$ 0,562         | 2,61  | 48,08 $\pm$ 0,271         | 1,26 |
| Высота хвостового стебля                                      | 15,91 $\pm$ 0,311         | 4,38  | 16,00 $\pm$ 0,229         | 3,20 |
| Наибольший обхват тела                                        | 115,91 $\pm$ 1,111        | 2,14  | 116,00 $\pm$ 1,081        | 2,08 |
| <i>Размер головы</i>                                          |                           |       |                           |      |
| Высота головы                                                 | 72,17 $\pm$ 3,556         | 11,02 | 73,73 $\pm$ 1,472         | 4,46 |
| Межглазничное расстояние (ширина лба)                         | 42,01 $\pm$ 1,173         | 6,24  | 42,00 $\pm$ 0,872         | 4,64 |
| Предглазничное расстояние (длина рыла)                        | 27,13 $\pm$ 0,860**       | 7,09  | 23,87 $\pm$ 0,336         | 3,15 |
| Заглазничное расстояние                                       | 52,12 $\pm$ 1,126         | 4,83  | 52,88 $\pm$ 0,387         | 1,63 |
| Горизонтальный диаметр глаза                                  | 22,91 $\pm$ 1,043         | 10,18 | 21,46 $\pm$ 0,353         | 3,68 |
| Вертикальный диаметр глаза                                    | 20,52 $\pm$ 0,997         | 10,86 | 20,55 $\pm$ 0,379         | 4,12 |
| * $p \geq 0,8$ ;<br>** $p \geq 0,95$ ;<br>*** $p \geq 0,99$ ; |                           |       |                           |      |

ми выборки нормальных карасей показал, что превышение крайних вариантов произошло в 10 случаях из 17 (табл. 2). Самыми значительными, в процентном отношении, выходами за лимиты (более 8 %) были: предглазничное расстояние, горизонтальный диаметр глаза, антепектральное расстояние и длина головы. Все они касались

передней половины тела рыбы и были ниже минимумов выборки нормальных особей на 24,64; 15,79; 9,52 и 8,27 % соответственно.

При изучении пластических признаков правой стороны тела мопсовидной особи и лимитов выборки нормальных карасей оказалось, что превышение крайних вариантов произошло в 12 случаях из 17 (см. табл. 2).

Таблица 2

**Относительные показатели пластических признаков левой и правой сторон тела мопсовидной особи  
и лимитов выборки нормальных карасей**

| Показатель                                            | Нормальные     |       | Мопсовид-<br>ный | Выход<br>за лимит, % |
|-------------------------------------------------------|----------------|-------|------------------|----------------------|
|                                                       | min            | max   |                  |                      |
|                                                       | % к длине тела |       |                  |                      |
| Левая сторона                                         |                |       |                  |                      |
| Промысловая длина                                     | 74,0           | 77,9  | 76,0             | Нет                  |
| Длина головы                                          | 26,6           | 28,7  | 24,4             | -8,27                |
| Высота головы                                         | 17,8           | 22,4  | 21,2             | Нет                  |
| Межглазничное расстояние (ширина лба)                 | 10,9           | 12,4  | 10,4             | -4,59                |
| Предглазничное расстояние (длина рыла)                | 6,9            | 7,7   | 5,2              | -24,64               |
| Заглазничное расстояние                               | 13,5           | 15,0  | 13,2             | -2,22                |
| Горизонтальный диаметр глаза                          | 5,7            | 7,4   | 4,8              | -15,79               |
| Вертикальный диаметр глаза                            | 4,5            | 6,1   | 5,6              | Нет                  |
| Анте-пектральное расстояние                           | 25,2           | 28,3  | 22,8             | -9,52                |
| Анте-вентральное расстояние                           | 45,1           | 49,6  | 45,6             | Нет                  |
| Анте-анальное расстояние                              | 77,2           | 79,8  | 78,8             | »                    |
| Расстояние от начала рыла до конца анального плавника | 83,2           | 86,4  | 83,6             | »                    |
| Антедорсальное расстояние                             | 50,2           | 51,2  | 50,0             | -0,40                |
| Расстояние от начала рыла до конца спинного плавника  | 81,0           | 84,3  | 84,8             | +0,59                |
| Наибольшая высота тела                                | 46,2           | 49,2  | 47,6             | Нет                  |
| Высота хвостового стебля                              | 14,8           | 16,5  | 16,6             | +0,61                |
| Наибольший обхват тела                                | 113,4          | 119,5 | 112,0            | -1,23                |
| Правая сторона                                        |                |       |                  |                      |
| Промысловая длина                                     | 75,5           | 77,2  | 78,8             | +2,07                |
| Длина головы                                          | 26,6           | 27,6  | 24,0             | -9,77                |
| Высота головы                                         | 19,3           | 20,8  | 21,2             | +1,92                |
| Межглазничное расстояние (ширина лба)                 | 11,0           | 12,3  | 10,4             | -5,45                |
| Предглазничное расстояние (длина рыла)                | 6,1            | 6,6   | 4,8              | -21,31               |
| Заглазничное расстояние                               | 14,2           | 14,3  | 12,8             | -9,86                |
| Горизонтальный диаметр глаза                          | 5,7            | 6,1   | 5,2              | -8,77                |
| Вертикальный диаметр глаза                            | 5,3            | 5,7   | 5,2              | -1,89                |
| Анте-пектральное расстояние                           | 24,9           | 27,2  | 25,2             | Нет                  |
| Анте-вентральное расстояние                           | 46,9           | 49,2  | 44,4             | -5,33                |
| Анте-анальное расстояние                              | 78,7           | 80,9  | 76,4             | -2,92                |
| Расстояние от начала рыла до конца анального плавника | 83,6           | 85,3  | 83,6             | Нет                  |
| Анте-дорсальное расстояние                            | 51,2           | 52,4  | 49,6             | -3,13                |
| Расстояние от начала рыла до конца спинного плавника  | 82,1           | 84,1  | 82,4             | Нет                  |
| Наибольшая высота тела                                | 47,5           | 49,0  | 47,6             | »                    |
| Высота хвостового стебля                              | 15,2           | 16,4  | 16,0             | »                    |
| Наибольший обхват тела                                | 113,8          | 120,0 | 112,0            | -1,58                |



Таблица 3

## Относительные показатели пластических признаков левой и правой сторон головы мопсовидной особи и лимитов выборки нормальных карасей

| Показатель                             | Нормальные       |      | Мопсовидный | Выход<br>за лимит, % |
|----------------------------------------|------------------|------|-------------|----------------------|
|                                        | min              | max  |             |                      |
|                                        | % к длине головы |      |             |                      |
| Левая сторона                          |                  |      |             |                      |
| Высота головы                          | 63,4             | 83,3 | 86,9        | +4,32                |
| Межглазничное расстояние (ширина лба)  | 38,0             | 44,8 | 42,6        | Нет                  |
| Предглазничное расстояние (длина рыла) | 23,9             | 28,8 | 21,3        | -10,88               |
| Заглазничное расстояние                | 49,3             | 56,1 | 54,1        | Нет                  |
| Горизонтальный диаметр глаза           | 20,9             | 26,9 | 19,7        | -5,74                |
| Вертикальный диаметр глаза             | 16,7             | 22,4 | 23,0        | +2,68                |
| Правая сторона                         |                  |      |             |                      |
| Высота головы                          | 70,6             | 77,3 | 88,3        | +14,23               |
| Межглазничное расстояние (ширина лба)  | 40,9             | 45,5 | 43,3        | Нет                  |
| Предглазничное расстояние (длина рыла) | 22,7             | 24,6 | 20,0        | -11,89               |
| Заглазничное расстояние                | 51,5             | 53,8 | 53,3        | Нет                  |
| Горизонтальный диаметр глаза           | 20,6             | 22,7 | 21,7        | »                    |
| Вертикальный диаметр глаза             | 19,7             | 21,5 | 21,7        | +0,93                |

При этом картина признаков, имеющих самые значительные выходы за лимиты, несколько изменилась. Так анте-пектральное расстояние вышло из этой группы признаков, но добавилось заглазничное расстояние, выходящее за минимум на 9,86 %. Предглазничное расстояние, горизонтальный диаметр глаза и длина головы также были ниже минимумов выборки нормальных особей на 21,31; 8,77 и 9,77 % соответственно.

Выход большинства значений индексов мопсовидной особи за лимиты выборки нормальных карасей обусловлен укорочением головы. Для более детального изучения ее формы был произведен расчет относительных показателей шести пластических признаков в процентах к длине головы.

При анализе данных для левой и правой сторон установлено, что у карася с фенотипической «мопсовидностью» наиболее сильное отклонение от нормы имело предглазничное расстояние (более 10 % от минимума нормальных особей) (табл. 3). Это подтверждает

деформацию только передней части головы, поскольку заглазничное расстояние было в пределах нормы в отличие от данных табл. 2.

Индексы высоты головы и вертикального диаметра глаза как для левой, так и для правой стороны превышали максимальные показатели нормальных особей. Сопоставление этих данных с аналогичными показателями табл. 2, не позволяет однозначно утверждать, что проявление «мопсовидности» привело к увеличению абсолютной высоты головы и деформации формы глаз.

Значительный выход за минимальные лимиты индекса горизонтального диаметра глаза является проявлением асимметрии, которая характерна для этого вида и особенно проявляется в загрязненных водоемах (см. табл. 1).

Изучение плавниковой формулы пяти нормально развитых карасей показало, что вариация жестких лучей характерна для анального плавника, мягких – для грудных (табл. 4). Различий в строении парных



Таблица 4

Плавниковая формула нормально развитых карасей

| Плавник        | Число лучей |
|----------------|-------------|
| Спинной        | II-19       |
| Левый грудной  | I-16-17     |
| Левый брюшной  | I-8         |
| Правый грудной | I-16-17     |
| Правый брюшной | I-8         |
| Анальный       | I-II-6      |

Таблица 5

Сравнение лимитов плавниковых лучей нормальных карасей популяции и особи с мутацией «мопсовидность»

| Плавник        | Лучи             |     |             |                  |     |             |
|----------------|------------------|-----|-------------|------------------|-----|-------------|
|                | жесткие          |     |             | мягкие           |     |             |
|                | лимиты популяции |     | мопсовидный | лимиты популяции |     | мопсовидный |
|                | min              | max |             | min              | max |             |
| Спинной        | II               | II  | II          | 19               | 19  | 19          |
| Грудной        | I                | I   | I           | 16               | 17  | 17          |
| Левый брюшной  | I                | I   | I           | 8                | 8   | 8           |
| Правый грудной | I                | I   | I           | 15               | 17  | 17          |
| Правый брюшной | I                | I   | I           | 8                | 8   | 8           |
| Анальный       | I                | II  | I           | 6                | 6   | 5           |

Примечание. Выхода за лимит у жестких и мягких лучей плавников нет, кроме мягкого луча анального плавника (–1,0).

плавников одной и той же особи не обнаружено.

При сравнении строения плавников нормально развитых карасей и особей с изменениями строения головы обнаружено отклонение в количестве мягких лучей анального плавника (табл. 5). У нормально развитых карасей формула этого плавника имеет вид I-II-6, у особи с «мопсовидной» головой I-5. Это свидетельствует о возможной связи «мопсовидности» с изменением количества лучей анального плавника. Различий в строении остальных плавников не отмечено.

Сам факт вылова мопсовидного карася должен послужить сигналом для оценки и прогноза состояния экосистемы и выяснения причин проявления этой фенотипической

особи. Интересно и то, что при изменениях рыла особь достигла таких размеров и массы. Вероятнее всего, действие влияющего фактора проявилось не только в деформации костей головы, но и в строении анального плавника и, возможно, в изменении других пока не изученных признаков у мопсовидных карасей.

## ВЫВОДЫ

1. Зарегистрирована особь серебряного карася (*Carassius carassius gibelio*, Bloch, 1783) с фенотипической «мопсовидностью» в пойменных заморных озерах в районе р. Обь в Молчановском районе Томской области, что указывает на необходимость тщательного изучения причин ее появления, в частно-

сти изменение экологической обстановки Нижней Оби.

2. Установлено, что в естественных условиях, несмотря на изменения формы рта, самцы серебряного карася с мопсовидной формой головы могут достигать длины 31,0 см и массы 615 г.

3. Выявлены статистически достоверные различия между показателями относительных размеров тела левой и правой сторон нормально развитых карасей по пяти признакам (горизонтальный диаметр глаза, а также расстояний: предглазничного, антепектрального, анте-дорсального, от начала рыла до конца спинного плавника). Коэффициенты вариации изученных признаков были в пределах 0,87–11,82 % с левой стороны тела и 0,41–4,47 % с правой.

4. Установлено, что мопсовидная форма головы вызвана укорочением ее передней части, а именно, предглазничного расстояния, что обусловило возникновение различий с нормальными особями по большинству относительных показателей пластических признаков.

5. Высказано предположение о том, что фактор, обуславливающий «мопсовидность», может влиять и на проявление других признаков, в частности на количество мягких лучей анального плавника.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мисюра А.Н., Жуков А.В. Некоторые аспекты биохимического тестирования животных для контроля состояния окружающей среды // Устойчивое развитие: загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность. – Днепропетровск, 1995. – Т. 2. – С. 43–44.
2. Костылева Л.А., Пескова Т.Ю. Оценка состояния притоков устья р. Дон по показателям флуктуирующей асимметрии рыб // Новые технологии и приложения современных физико-химических методов для изучения окружающей среды. – Ростов н/Д. – 2011. – С. 150–151.
3. Рябцева И.А. Птицы как биоиндикатор загрязнения среды // Экоотоксикология и охрана природы. – М., 1988. – С. 180–184.
4. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндексация и биотестирование: учеб. пособие для студентов вузов. – М., 1977. – 13 с.
5. Хорошеньков Е.А., Пескова Т.Ю. Флуктуирующая асимметрия серебряного карася и густеры из некоторых степных рек Кубани // Вестн. Тамбовского ун-та. – 2013. – Т. 18, вып. № 1–6. – С. 54–57.
6. Калиева А.А., Ермиенко А.В. К вопросу и биоиндексации загрязнений на примере карася серебряного (*Carassius auratus gibelio*) // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 4, № 2. – С. 93–99.
7. Lusk S., Barus V. Morphometric features of *Carassius auratus* L. from the drainage area of Marava river // Folia zool. – 1978. – Vol. 27, N 2. – P. 177–190.
8. Makara A. Zmeny postu ziaabrovych palicick u Karasa striebriteho (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) // Biologia (CSSR). – 1979. – Vol. 34, N 2. – P. 151–159.
9. Янкова Н.В., Сидорова М.И. Определение морфологических различий между самками и самцами в популяциях серебряного карася Тюменской области // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – № 37 (79). – С. 21–26.
10. Сидорова М.И., Янкова Н.В. Половой диморфизм в популяции серебряного карася (*Carassius auratus* L., 1782) *sensu lato* в пойменном озере р. Тура // Молодой ученый. – 2016. – № 29. – С. 190–194.
11. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 596 с.
12. Калиева А.А., Ермиенко А.В. К вопросу о биоиндексации загрязнений водных объектов на примере карася серебряного (*Carassius auratus gibelio*) // Интер Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 4, № 2. – С. 93–99.
13. Убаськин А.В., Базарбеков К.У., Бондаренко А.П., Калиева А.А., Ермиенко А.А. Опыт биоиндикации загрязнений на примере карася серебряного *Carassius auratus gibelio* в озере Былкылдак // Вестн. Пермского ун-та. – 2006. – № 4. – 104 с.
14. Дьяковская Е.Э., Пищенко Е.В. Морфометрические особенности карася реки Колтарак Тогучинского района Новосибирской области // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016. – № 7. – С. 7–11.
15. Хорошеньков Е.А. Флуктуирующая асимметрия серебряного карася в некоторых водоемах Северо-Западного Предкавказья // Молодой ученый. – 2012. – № 8. – С. 54–57.

16. **Пескова Т.Ю., Вакула О.Е.** Биоиндикация р. Еи и ее притоков по показателям флуктуирующей асимметрии серебряного карася // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: Экология родного края: проблемы и пути решения. – Изд. ООО Радуга-ПРЕСС, Кубанский гос. ун-т, 2016. – С. 393–395.
17. **Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1996. – 376 с.
18. **Биометрия.** Учебник для вузов. 2-е изд.. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 368 с.
8. **Makara A.** Zmeny pocu ziabrovych palicick u Karasa striebriteho (*Sarassius auratus* (Linnaeus, 1758)) // *Biologia (CSSR)*. – 1979. – Vol. 34, N 2. – P. 151–159.
9. **Yankova N. V., Sidorova M. I.** Opredelenie morfologicheskikh razlichii mezhdru samkami i samtsami v populyatsiyakh serebryanogo karasya Tyumenskoi oblasti // *Problemy sovremennoi nauki i obrazovaniya*. – 2016. – № 37 (79). – S. 21–26.
10. **Sidorova M. I., Yankova N. V.** Polovoi dimorfizm v populyatsii serebryanogo karasya *Carassius auratus* (L., 1782) sensu lato v poimennom ozere r. Tura // *Molodoi uchenyi*. – 2016. – № 29. – S. 190–194.
11. *Ekologiya ryb Ob'-Irtyskского basseina*. – М.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006. – 596 s.
12. **Kaliev A.A., Ermienko A.V.** K voprosu o bioindeksatsii zagryaznenii vodnykh ob"ektov na primere karasya serebryanogo (*Carassius auratus gibelio*) // *Inter Geo-Sibir*. – 2014. – T. 4, № 2. – S. 93–99.
13. **Ubas'kin A.V., Bazarbekov K.U., Bondarenko A.P., Kaliev A.A., Ermienko A.A.** Opyt bioindikatsii zagryaznenii na primere karasya serebryanogo *Sarassius auratus gibelio* v ozere Bylkyldak. – Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Istoriya. – 2006. – №4. – 104 s.
14. **D'yakovskaya E. E., Pishchenko E.V.** Morfometricheskie osobennosti karasya reki Koltarak Toguchinskogo raiona Novosibirskoi oblasti // *Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo*. – 2016. – № 7. – S. 7–11.
15. **Khoroshen'kov E. A.** Fluktuiruyushchaya asimetriya serebryanogo karasya v nekotorykh vodoemakh Severo-Zapadnogo Predkavkaz'ya // *Molodoi uchenyi*. – 2012. – № 8. – S. 54–57.
16. **Peskova T.Yu., Vakula O.E.** Bioindikatsiya r. Ei i ee pritokov po pokazatelyam fluktuiruyushchei asimetrii serebryanogo karasya // Матер. Всерос. научно-практ. конф. с международ. участием: Экология родного края: проблемы и пути решения. – Изд. ООО Радуга-PRESS, Кубанский гос. Ун-т, 2016. – С. 393–395.
17. **Pravdin I.F.** Rukovodstvo po izucheniyu ryb. – М.: Pishchevaya promyshlennost', 1996. – 376 s.
18. **Plokhinskii N.A.** Biometriya. Uchebnik dlya vuzov. 2-e izdanie. – М.: Izd-vo MGU, 1970. – 368 s.

## REFERENCES

1. **Misyura A.N., Zhukov A.V.** Nekotorye aspekty biokhimicheskogo testirovaniya zhivotnykh dlya kontrolya sostoyaniya okruzhayushchei sredy // *Ustoichivoe razvitie: zagryaznenie okruzhayushchei sredy i ekologicheskaya bezopasnosti*. – Dnepropetrovsk, 1995. – T.2. – S.43–44.
2. **Kostyleva L.A., Peskova T.Yu.** Otsenka sostoyaniya pritokov ust'ya r. Don po pokazatelyam fluktuiruyushchei asimetrii ryb // *Novye tekhnologii i prilozheniya sovremennykh fiziko-khimicheskikh metodov dlya izucheniya okruzhayushchei sredy*. – Rostov n/D. – 2011. – S.150–151.
3. **Ryabtseva I.A.** Ptitsy kak bioindikator zagryaznenie sredy // *Ekotoksikologiya i okhrana prirody*. – М., 1988. – S.180–184.
4. **Melekhova O.P.** Biologicheskii kontrol' okruzhayushchei sredy: bioindeksatsiya i biotestirovanie: ucheb. Posobie dlya studentov vuzov. – М., 1977. – 13s.
5. **Khoroshen'kov E.A., Peskova T.Yu.** Fluktuiruyushchaya asimetriya serebryanogo karasya i gustery iz nekotorykh stepnykh rek Kubani // *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie*. – 2013. – T. 18. – V. № 6–1 – S. 54–57.
6. **Kaliev A.A., Ermienko A.V.** K voprosu i bioindeksatsii zagryaznenii na primere karasya serebryanogo (*Sarassius auratus gibelio*) // *Interesno Geo-Sibir*. – 2014. – T. 4. – № 2. – S.93–99.
7. **Lusk S., Barus V.** Morphometric features of *Sarassius auratus* L. from the drainage area of Marava river // *Folia zool*. 1978. – Vol.27 – N2. – P. 177–190.

**COMPARATIVE MORPHOLOGY OF SILVER CRUCIAN CARP  
(*CARASSIUS CARASSIUS GIBELIO* BLOCH, 1783) OF NORMAL EXTERIOR,  
AND WITH PHENODEVIATION OF PUG-LIKENESS**

**V.V. GART<sup>1</sup>, Doctor of Science in Agriculture, Professor,  
I.V. MORUZI<sup>1</sup>, Doctor of Science in Biology, Chair Holder,  
E.V. PISHCHENKO<sup>1</sup>, Doctor of Science in Biology, Professor,  
E.N. YADRENKINA<sup>2</sup>, Doctor of Science in Biology, Senior Researcher**

<sup>1</sup>*Novosibirsk State Agrarian University  
160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, 630039, Russia  
e-mail: moryzi@ngs.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Animals Systematics and Ecology, SB RAS  
11, Frunze St, Novosibirsk, 630091, Russia  
e-mail: yadrenkina@ngs.ru*

There were studied phenotypic traits of a pug-like specimen of silver crucian carp (*Carassius carassius gibelio* Bloch, 1783) inhabiting shallow floodplain lakes of the Lower Ob (Molchanovskiy District, Tomsk Region). A detailed description of conformation parameters of normally developed fish is given, and a comparison with a specimen having pug-like phenodeviation has been made. Studying a degree of asymmetry of the fish body conformation has shown that asymmetry in the normally developed fish is observed as to five features. Changes in plastic traits of a pug-like specimen were observed as to 10 features for the left side of the fish body, and as to 12 features for the right side. Except for the shortened preorbital distance, characteristic of this phenodeviation, a decrease in the number of soft rays of the anal fin was observed. One of the causes of such phenotypic changes in fish is anthropogenic pollution of reservoirs due to floodwater runoff from agricultural lands, when harmful substances enter reservoirs. There are described the cases of pug-likeness occurred when polluting reservoirs with excess of allochthonous organic substance, drains of oil products from tank farms or railway tracks, and also when increasing the level of mercury accumulation. It is suggested to use silver crucian carp as a kind of biological indicator of water pollution.

**Keywords:** silver crucian carp, environmental protection, biological indexation, phenodeviation, pug-likeness, asymmetry, conformation traits.

*Поступила в редакцию 22.05.2017*

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОМБИКОРМА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

**Р.Ш. ФАХРУТДИНОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

*Томский сельскохозяйственный институт –  
филиал Новосибирского государственного аграрного университета  
634050, Россия, Томск, ул. Карла Маркса, 19  
e-mail: zootechnik\_tshi@mail.ru*

Исследование по изучению влияния продукционного гранулированного комбикорма разного состава на рост и развитие молоди радужной форели проведено в условиях Томской области. Выращивание молоди в производственных условиях производили в пластиковых прямоугольных бассейнах при прямоточном водоснабжении. Сформировали две группы – опытную и контрольную. Молодь распределили в два бассейна по 6000 особей в каждом. Основным источником животного протеина в комбикормах для кормления молоди форели была рыбная мука, растительного – соевый шрот и пшеничная мука. Молодь опытной группы получала продукционный гранулированный полнорационный комбикорм Соррепс в течение 30 дней, контрольной – комбикорм РГМ-5В. В стартовом комбикорме для молоди форели должен преобладать белок животного происхождения и в меньшей степени – растительный. Согласно условиям опыта общее количество протеина животного происхождения в комбикорме Соррепс выше на 14,8 % по сравнению с контролем. Энергетическая ценность комбикормов находилась в пределах 20,5–22,9 МДж/кг корма. В результате исследований установлен более интенсивный рост молоди опытной группы. В этом варианте среднесуточный прирост составил 0,70 г, в контроле – 0,46 г. Прирост длины рыб в опытной группе превышал в 2 раза показатель контрольной. Выживаемость опытной молоди в конце периода выращивания была выше контрольной на 11,6 %.

**Ключевые слова:** аквакультура, комбикорм Соррепс, форель радужная, среднесуточный прирост.

В настоящее время продукты аквакультуры занимают все более значимое место в рационе питания людей. Объектами промышленного выращивания являются многие виды рыб, среди которых основное место занимают лососевые. Радужная форель в настоящее время получила широкое распространение в России, несмотря на высокие затраты при ее выращивании и кормлении. Физиологические принципы кормления требуют полноценных комбикормов, необходимых для хорошего роста и нормального развития организма рыб [1, 2].

Цель исследования – изучить влияние состава комбикорма на рост и развитие форели для последующего выращивания товарной рыбы.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На базе научно-производственного рыбобоводного комплекса г. Северска Томской области экспериментально установлена высокая эффективность комбикорма Соррепс с

повышенным содержанием сырья животного происхождения, обеспечивающая высококачественный рыбопосадочный материал для форелеводного хозяйства.

Материалом для опытов стали две группы молоди радужной форели – опытная и контрольная. Молодь отбирали по методу аналогов. Было выловлено 12 000 шт. молоди общей массой 252 кг, средняя масса одной особи 21 г. Выращивание молоди рыб в производственных условиях проходило в пластиковых прямоугольных бассейнах при прямоточном водоснабжении. Молодь распределили на два бассейна с плотностью посадки 250 шт./м<sup>2</sup> [3]. Режим кормления составлял 12 раз: через час в течение дня. В кормлении молоди форели опытной группы использовали гранулированный комбикорм марки Соррепс, контрольной – комбикорм РГМ-5В. Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике с учетом температуры воды и массы рыбы. Кормление осуществляли в течение 30 дней с использованием специального автоматического кормораздатчика [4–7]. Изучение линей-



Таблица 1

## Состав комбикорма для выращивания молоди форели

| Комбикорм          |               |                 |               |
|--------------------|---------------|-----------------|---------------|
| Correns            |               | РГМ-5В          |               |
| Состав             | Содержание, % | Состав          | Содержание, % |
| Мука:              |               | Мука:           |               |
| рыбная             | 49,0          | рыбная          | 45,0          |
| мясокостная        | 8,4           | мясокостная     | 7,4           |
| кровяная           | 6,0           | кровяная        | 3,0           |
| водорослевая       | 1,0           | водорослевая    | 1,0           |
| –                  |               | травяная        | 4,2           |
| Дрожжи кормовые    | 4,2           | Дрожжи кормовые | 4,2           |
| Шрот соевый        | 3,0           | Шрот соевый     | 6,6           |
| Пшеница (мука)     | 13,8          | Пшеница (мука)  | 16,8          |
| Обрат сухой        | 9,8           | Обрат сухой     | 7,0           |
| Масло растительное | 3,8           | Рыбий жир       | 3,8           |
| Премикс            | 1,0           | Премикс         | 1,0           |
| Итого              | 100           | Итого           | 100           |

ного роста молоди проводили на основе индивидуального взвешивания 100–150 особей рыб на весах ВЛК-500. В период исследований ежедневно определяли температуру воды, содержание растворенного кислорода и другие показатели по общепринятым в гидрохимии методам [8–10].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Смеси протеинов разного происхождения усваиваются организмом лучше, чем однотипный протеин в отдельности [11–14]. Основным источником животного протеина в комбикормах для молоди форели была рыбная мука, растительного – соевый шрот и пшеничная мука. В раннем возрасте в корме форели должен преобладать белок животного происхождения, в меньшей степени растительный [15]. В составе комбикорма Correns кормов животного происхождения выше на 14,8 %, растительных – ниже на 24,1 % соответственно по сравнению с контролем – комбикормом РГМ-5В (табл. 1). В результате разница в концентрации протеина животного происхождения составила 28,8 % в пользу комбикорма Correns. В продукционном комбикорме опытной группы содержание обмен-

ной энергии, кальция, фосфора и жира выше на 10,5; 40; 34,3; и 24,3 % соответственно, чем в РГМ-5В (табл. 2).

Применение корма с более высоким уровнем структурных компонентов (белка животного происхождения) способствует наибольшей активности ростовых процессов молоди рыб. На основании полученных результатов установлен более интенсивный рост молоди форели опытной группы. Среднесуточный прирост превышал показатель контрольной группы на 34,3 % (см. рисунок).

Таблица 2

Содержание питательных веществ в комбикорме для форели ( $p \geq 0,05$ )

| Показатель        | Комбикорм   |             |
|-------------------|-------------|-------------|
|                   | Correns     | РГМ-5В      |
| Протеин общий, %: | 59,0 ± 0,10 | 59,0 ± 0,11 |
| животный          | 48,0 ± 0,09 | 34,2 ± 0,08 |
| растительный      | 11,0 ± 0,2  | 24,8 ± 0,9  |
| Жир, %            | 21,0 ± 0,4  | 15,9 ± 0,7  |
| Клетчатка, %      | 0,5 ± 0,05  | 2,2 ± 0,6   |
| Энергия, МДж/кг   | 22,9 ± 0,7  | 20,5 ± 0,9  |
| Энергия, ккал/кг  | 5480 ± 12,5 | 4887 ± 15,1 |
| Са, г             | 4,5 ± 0,2   | 2,7 ± 0,3   |
| Р, г              | 6,7 ± 0,3   | 4,4 ± 0,3   |



Среднесуточный прирост молоди форели за период опыта

Таблица 3

Результаты выращивания молоди форели ( $p \geq 0,05$ )

| Показатель            | Группа      |            |
|-----------------------|-------------|------------|
|                       | контрольная | опытная    |
| Средняя масса рыб, г: |             |            |
| в начале опыта        | 21,0 ± 0,2  | 21,0 ± 0,3 |
| в конце опыта         | 35,0 ± 0,5  | 42,0 ± 0,4 |
| Прирост, г            | 14,0 ± 0,3  | 21,0 ± 0,3 |
| Длина рыб, см:        |             |            |
| в начале опыта        | 12,0 ± 0,4  | 12,0 ± 0,3 |
| в конце опыта         | 14,0 ± 0,3  | 16,0 ± 0,2 |
| Прирост длины рыб, см | 2,0 ± 0,02  | 4,0 ± 0,02 |

Таблица 4

Выживаемость молоди форели за период выращивания

| Показатель         | Группа      |         |
|--------------------|-------------|---------|
|                    | контрольная | опытная |
| Гибель молоди, шт. | 960         | 300     |
| Число выживших     | 5040        | 5700    |
| Выживаемость, %    | 84,0        | 95,0    |

Таблица 5

Показатель затрат корма за период опыта

| Группа      | Общая масса рыб, кг |               | Прирост, кг | Средняя масса особи, г | Расход корма, кг | Кормовой коэффициент |
|-------------|---------------------|---------------|-------------|------------------------|------------------|----------------------|
|             | в начале опыта      | в конце опыта |             |                        |                  |                      |
| Контрольная | 126,0               | 176,4         | 50,4        | 35,0                   | 5,52             | 1,09                 |
| Опытная     | 126,0               | 239,4         | 113,4       | 42,0                   | 6,18             | 0,55                 |

Таблица 6

## Экономическая эффективность использования комбикорма Соррепс при кормлении молоди форели

| Показатель                                        | Группа      |          |
|---------------------------------------------------|-------------|----------|
|                                                   | контрольная | опытная  |
| Число особей                                      | 5040        | 5700     |
| Продолжительность опыта, сут                      | 30          | 30       |
| Валовый прирост живой массы за период опыта, кг   | 69,55       | 119,70   |
| Себестоимость 1 кг живой массы, тыс. р.           | 451,91      | 405,02   |
| Общая себестоимость прироста живой массы, р.      | 31430,34    | 48480,89 |
| Затраты на кормление, тыс. р.                     | 58,3        | 22,2     |
| Цена реализации, р.                               | 600,0       | 600,0    |
| Реализационная стоимость общего прироста, тыс. р. | 41730,00    | 71820,0  |
| Прибыль, тыс. р.                                  | 10241,36    | 23316,9  |
| Рентабельность, %                                 | 32,58       | 48,09    |

За период исследования прирост живой массы рыб был более высоким в опытной группе (21,0 г), что на 33,3 % больше, чем в контрольной. Прирост длины рыб в опытной группе превышал в 2 раза показатель контрольного варианта (табл. 3).

Выживаемость молоди опытной группы составила 95 %, в контрольной – 84 % (при нормативной выживаемости молоди форели 85 %). Отход молоди происходил в основном за счет каннибализма, при котором выход молоди снижался на 4–5 % [16].

Качество воды имеет первостепенное значение при выращивании молоди [17]. На протяжении исследований активная реакция воды (рН) в бассейнах колебалась в пределах 7,2–7,9 (в среднем 7,5), что соответствует оптимальным условиям выращивания. Содержание кислорода было в пределах 6,7–8,1 мг/л, температура воды от 16 до 20 °С.

За период опыта отмечено две вспышки гибели молоди, а также увеличение количества фитопланктона в бассейне контрольной группы, что затруднило дыхание рыбы. Гибель молоди составила 900 особей (16,0 %), что было более чем в 3 раза больше по сравнению с показателем опытной группы (табл. 4).

Использование в кормлении молоди форели комбикорма Соррепс привело к сокращению кормовых затрат в 2 раза по сравнению с контролем (табл. 5).

Оценивая прибыль от повышения прироста массы молоди форели, можно отметить, что в опытной группе она выше на

13 075,54 р., чем в контрольной. При выращивании молоди форели с использованием в кормлении комбикорма Соррепс рентабельность выше в опытной группе на 32,3 % по сравнению с показателем контрольной группы (табл. 6).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наилучшие показатели по приросту имела опытная группа, что свидетельствует об эффективности кормления молоди форели комбикормом марки Соррепс. Прирост массы рыб опытной группы составил 21,0 г, что на 33,3 % больше, чем в контрольной (14,0 г). При этом в опытной группе выживаемость молоди выше на 11,6 %. Рентабельность выращивания молоди форели в опытной группе превысила показатели контрольной на 32,3 %.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Артамонова В.С., Махров А.А.** Генетические методы в лососеводстве и форелеводстве: от традиционной селекции до нанобиотехнологий. – М.: КМК, 2015. – 128 с.
2. **Органическое рыбоводство:** краткий курс лекций для магистров / сост. И.В. Поддубная. – Саратов, 2016. – 44 с.
3. **Правдин И.Ф.** Руководство по изучению пресноводных рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 374 с.
4. **Есакин Ю.Н.** Интенсивная технология пресноводного форелеводства: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – М., 2012. – 35 с.

5. **Морузи И.В., Моисеев Н.Н., Пищенко Е.В. и др.** Рыбоводство. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.
6. **Серпунин Г.Г.** Искусственное воспроизводство рыб: учебник. – М.: Колос, 2010. – 256 с.
7. **Титарев Е.Ф.** Форелеводство. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 163 с.
8. **Власов В.А.** Рыбоводство. – СПб.: Лань, 2010. – 368 с.
9. **Пonomarev С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А.** Индустриальное рыбоводство: учебник; 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2013. – 420 с.
10. **Привезенцев Ю.А., Власов В.А.** Рыбоводство. – М.: Мир, 2004. – 456 с.
11. **Галыгин Е.Н.** Кормление лососевых рыб в индустриальных аквакультурах: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1996. – 77 с.
12. **Моисеев Н.Н., Белоусов П.В.** Рыбохозяйственная гидротехника с основами мелиорации. – СПб.: Лань, 2012. – 176 с.
13. **Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю., Дзюбук И.М.** Основы рыбоводства. – СПб.: Лань, 2011. – 560 с.
14. **Сабодаш В.М.** Рыбоводство. – Изд-во АСТ Сталкер, 2005. – 301 с. – [Электронный ресурс]: <http://www.vipbook.pro/dosug/289281-sabodash-vm-rybovodstvo.html>
15. **Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н., Пonomarev С.В.** Влияние уровня жира в кормах на физиологическое состояние рыб // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. – 2014. – № 1. – С. 7–9.
16. **Александров С.Н.** Садковое рыбоводство. – М.: АСТ, 2005. – 270 с.
17. **Лагуткина Л.Ю., Киреева И.Ю.** Фермерская аквакультура. – М.: Росинформагротех, 2007. – 192 с.
2. **Organicheskoe** rybovodstvo: kratkii kurs lektsii dlya magistrov / sost. I.V. Poddubnaya. – Saratov, 2016. – 44 s.
3. **Pravdin I.F.** Rukovodstvo po izucheniyu presnovodnykh ryb. – M.: Pishch. prom-st', 1966. – 374 s.
4. **Esakin Yu.N.** Intensivnaya tekhnologiya presnovodnogo forelevodstva: avtoref. dis. d-ra s.-kh. nauk. – M., 2012. – 35 s.
5. **Moruzi I.V. Moiseev N.N., Pishchenko E.V. i dr.** Rybovodstvo. – M.: KolosS, 2010. – 296 s.
6. **Serpunin G.G.** Iskusstvennoe vosproizvodstvo ryb: uchebnik. – M.: Kolos, 2010. – 256 s.
7. **Titarev E.F.** Forelevodstvo. – M.: Pishch. prom-st', 1980. – 163 s.
8. **Vlasov V.A.** Rybovodstvo. – SPb: Lan'. 2010. – 368 s.
9. **Ponomarev S.V., Grozesku Yu.N., Bakhareva A.A.** Industrial'noe rybovodstvo: uchebnik; 2 izd., ispr. i dop. – SPb.: Lan', 2013. – 420 s.
10. **Privezentsev Yu.A., Vlasov V.A.** Rybovodstvo. – M.: Mir, 2004. – 456 s.
11. **Galygin E.N.** Kormlenie lososevykh ryb v industrial'nykh akvakul'turakh: avtoref. dis. d-ra biol. nauk. – M., 1996. – 77 s.
12. **Moiseev N.N., Belousov P.V.** Rybokhozyaistvennaya gidrotekhnika s osnovami melioratsii. – SPb.: Lan', 2012. – 176 s.
13. **Ryzhkov L.P., Kuchko T.Yu., Dzyubuk I.M.** Osnovy rybovodstva. – SPb.: Lan', 2011. – 560 s.
14. **Sabodash V.M.** Rybovodstvo. – Izd-vo AST Stalker, 2005. – 301 s. – [Elektronnyi resurs]:
15. **Bakhareva A.A., Grozesku Yu.N., Ponomarev S.V.** Vliyanie urovnya zhira v kormakh na fiziologicheskoe sostoyanie ryb // Vestn. Astrakhanskogo gos. tekhn. un-ta. – 2014. – № 1. – S. 7–9.
16. **Aleksandrov S.N.** Sadkoe rybovodstvo. – M.: AST, 2005. – 270 s.
17. **Lagutkina L.Yu., Kireeva I.Yu.** Fermerskaya akvakultura. – M.: Rosinformagrotekh, 2007. – 192 s.

## REFERENCES

## EFFECT OF COMBINED FEED COMPOSITION ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF RAINBOW TROUT FRY

**R.SH. FAKHRUTDINOVA, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor**

*Tomsk Agricultural Institute – the Branch of Novosibirsk State Agrarian University*

*19, Karl Marx St, Tomsk, 634050, Russia*

*e-mail: zootehnik\_tshi@mail.ru*

A study on the influence of granulated combined feeds of different compositions on the growth and development of rainbow trout fry was conducted under conditions of Tomsk Region. Cultivation of fry in a

production environment was performed in plastic rectangular tanks with in-line water. The juveniles were divided into two pulls, experimental and control, of 6,000 fish each, with stocking density of 250 pieces per 1 m<sup>2</sup>. The main source of animal protein in combined feeds for feeding trout juveniles was fish flour; that of vegetable protein was soybean meal and wheat flour. The juveniles of the trial group received Coppens granulated combined feed during 30 days, those of the control group were fed with ПГМ-5В combined feed. The starting feed for trout fry should contain more animal protein and less vegetable one. In accordance with the conditions of the experiment, the total amount of animal protein in Coppens is 14.8 percent higher as compared with the control. The energy value of feeds was in the range of 20.5–22.9 MJ per kg of feed. Resulted from the studies, the more intensive growth of the juveniles from the trial group was established. A higher average daily gain of 70 g was observed in this variant, while it was 0.46 g in the control. An increase in the length of experimental fry doubled the control. The survival rate of experimental fry at the end of the growing period was 11.6 percent higher than in the control.

**Keywords:** aquaculture, Coppens combined feed, rainbow trout, average daily gain.

*Поступила в редакцию 15.06.2017*

---





УДК 619:636,22/28

**ИЗУЧЕНИЕ АКТИВАЦИИ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРА  
ИЗЛУЧЕНИЕМ С НЕСПЕЦИФИЧНОЙ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ**

**А.В. ПАВЛОВ**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,  
**Е.Ю. СМЕРТИНА**, доктор ветеринарных наук, заведующая лабораторией  
Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН  
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск  
e-mail: e.smertina2011@yandex.ru

Представлены результаты исследований одного из перспективных методов фотодинамической терапии для инактивации антибиотикорезистентных микроорганизмов. Процесс основан на облучении оптическим излучением со специфичной длиной волны фотосенсибилизаторов – веществ, способных диссоциировать при поглощении квантов, образуя при этом свободные радикалы, обладающие цитотоксическим действием. Изучена эффективность активации фотосенсибилизатора метиленового синего красителя с концентрацией водных растворов 0,02 и 0,1 % специфичным для него оптическим излучением с длиной волны 620 нм и неспецифичным излучением с длиной волны 405 нм. Для получения монохромного неполяризованного оптического излучения использованы LED-источники соответствующих волн выходной мощностью 3500 мВт. Эффективность активации растворов оценена по показаниям аналогового осциллографа, регистрировавшего напряжение на электродах, погруженных в раствор фотосенсибилизатора. Измерения в опыте проведены с интервалом в 30 с до достижения максимальных значений напряжений на электродах и внесения органического вещества (мясопептонный агар). Установлена стойкая активация фотосенсибилизатора специфичным для него излучением (620 нм) в отличие от излучения 405 нм, эффект от которого выражен непосредственно во время облучения. Обнаружена зависимость активации фотосенсибилизатора от концентрации раствора – эффективность 0,02%-го раствора метиленового синего красителя выше 0,1%-го, что можно объяснить меньшей оптической плотностью первого. Внесение органического вещества сопровождается резким увеличением напряжения на электродах. Оптическое излучение с длиной волны 405 нм, являющееся неспецифичным для фотосенсибилизатора метиленового синего красителя, может быть использовано для его активации.

**Ключевые слова:** фотодинамическая терапия, метиленовый синий краситель, оптическое излучение, свободные радикалы, электрический потенциал.

Широкое распространение антибиотикорезистентных штаммов микроорганизмов вызывает необходимость поиска и разработки новых методов терапии.

Фотодинамическая терапия, основанная на облучении фотосенсибилизаторов – веществ, способных диссоциировать при поглощении квантов оптического излучения со специфичной длиной волны, образуя при этом свободные радикалы, обладающие ци-

тотоксическим действием, – один из успешных методов диагностики и лечения злокачественных новообразований [1–5]. Этот метод является платформой для разработки новых способов инактивации антибиотикорезистентных микроорганизмов, в основе которых лежит свойство фотосенсибилизаторов накапливаться в патологически измененных клетках организма и высвобождать под воздействием оптического излучения

свободные радикалы, которые реагируют с внутриклеточными компонентами и, следовательно, производят инактивацию клеток [6, 7].

В литературе опубликованы исследования по изучению воздействия фотосенсибилизаторов с последующим облучением на условно-патогенные микроорганизмы. Установлена инаktivация клеток *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa* в результате воздействия фталоциановых соединений цинка в качестве фотосенсибилизатора и последующей обработки лазерным излучением мощностью 50 мВт, с длиной волны 1,5 мкм и экспозицией 10 мин [8]. Подтверждено антимикробное действие 0,02%-го раствора метиленового синего красителя на культуру *Staphylococcus aureus* при воздействии оптического излучения с длиной волны 620 нм [9]. Эффективна терапия кандидоза полости рта, вызванного антибиотикорезистентным штаммом *Candida albicans* с применением в качестве фотосенсибилизатора метиленового синего красителя и кадмий-галлий-фосфидного лазера с длиной волны 620 нм и экспозицией 5 мин [10]. Успешная инаktivация этих же микроорганизмов с помощью фталоцианового ацетата лютеция как фотосенсибилизатора и светодиодного излучения с длиной волны 665 нм [11]. Интерес представляют результаты по инаktivации метициллин-резистентных штаммов *Staphylococcus aureus* (MRSA) с применением метиленового синего красителя и лазерного излучения с длиной волны 665 нм, толуидинового голубого красителя и излучения гелий-неонового лазера с длиной волны 632,8 нм [12, 13]. Наиболее интересными являются результаты, свидетельствующие об инаktivации клеток антибиотикорезистентного штамма *Candida albicans* интенсивным голубым светом (400–470 нм, 35 Дж/см<sup>2</sup>), в отсутствии фотосенсибилизатора. Автор объясняет полученные данные наличием естественных внутриклеточных фотосенсибилизаторов – порфиринов и флавинов [14]. Установлено бактерицидное действие интенсивного голубого света в отношении MRSA без применения фотосенсибилизаторов, которое автор объясняет

возбуждением эндогенных порфиринов и флавинов в клетках микроорганизмов и которые отсутствуют в клетках хозяев [15].

Совместное использование оптического излучения с длиной волны 400–470 нм (голубого), способного возбуждать внутриклеточные порфирины и флавины с фотосенсибилизатором, обладающим свойством инаktivировать антибиотикорезистентные микроорганизмы, представляет значительный интерес.

Цель исследования – изучение активации метиленового синего красителя оптическим излучением с длиной волны 620 нм и неспецифичным для красителя излучением с длиной волны 405 нм.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в лаборатории воспроизводства и адаптации сельскохозяйственных животных Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук. В работе использовали 0,02 и 0,1%-е растворы метиленового синего красителя в дистиллированной воде, имеющие спектр поглощения оптического излучения в диапазоне 618–668 нм, два пластинчатых электрода, изготовленных из OFC-меди (бескислородной) с площадью погружаемой поверхности 1260 мм<sup>2</sup> каждый, аналоговый осциллограф GW Instek GOS-6051 в режиме измерения постоянного напряжения. Использовались специально разработанные LED-облучатели с длинами волн 620 и 405 нм выходной мощностью 3500 мВт каждый. После включения облучателя регистрировали показания на экране осциллографа каждые 30 с. Для инициирования выделения свободных радикалов в раствор фотосенсибилизатора после облучения вносили навеску мясопептонного агара (МПА) массой 0,5 г. Математическую обработку полученных результатов проводили с помощью Microsoft Excel 2003.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных исследований показывает эффективность активации фотосенсибилизатора от его концентрации и длины волны оптического облучения (см. таблицу).

До облучения раствора метиленового синего красителя на электродах, помещенных в него, отсутствует электрический потенциал. Воздействие на раствор фотосенсибилизатора оптического излучения сопровождается появлением электрического напряжения, которое через 9 мин достигает своего максимума и составляет 4,5 и 4,3 мВ в растворе с концентрацией 0,02 % (облучение с длиной волны 620 и 405 нм соответственно). В растворе с концентрацией фотосенсибилизатора

ра 0,1 % потенциал на электродах достигает 4,0 и 2,0 мВ (облучение с длиной волны 620 и 405 нм соответственно), что свидетельствует об образовании в растворе частиц с разноименными электрическими зарядами (ионов, свободных радикалов), вызывающих поляризацию электродов. При отключении оптического излучения с длиной волны 620 нм потенциал напряжения на медных электродах (в растворах фотосенсибилизатора с концентрацией 0,02 и 0,1 %) сохраняется в течение последующего времени наблюдения – 5 мин. При отключении оптического излучения с длиной волны 405 нм, электрический потенциал на электродах (в растворе с концентрацией фотосенсибилизатора 0,02 %) уменьшается до 1,5 мВ в течение 2 с и до 0,2 мВ (в растворе с концентрацией фото-

**Изменение напряжения на электродах в растворах фотосенсибилизатора разной концентрации при различном оптическом облучении, мВ**

| Время от начала<br>опыта (мин) | Концентрация раствора фотосенсибилизатора |      |        |      |
|--------------------------------|-------------------------------------------|------|--------|------|
|                                | 0,02%-я                                   |      | 0,1%-я |      |
|                                | длина волны, нм                           |      |        |      |
|                                | 620                                       | 405  | 620    | 405  |
| 0                              | 0,0                                       | 0,0  | 0,0    | 0,0  |
| 0,5                            | 0,3                                       | 4,0  | 0,0    | 1,0  |
| 1,0                            | 0,7                                       | 4,0  | 0,25   | 1,25 |
| 1,5                            | 1,1                                       | 4,0  | 0,25   | 1,3  |
| 2,0                            | 1,5                                       | 4,0  | 0,5    | 1,35 |
| 2,5                            | 1,8                                       | 4,0  | 0,75   | 1,4  |
| 3,0                            | 2,1                                       | 4,0  | 1,0    | 1,45 |
| 3,5                            | 2,4                                       | 4,1  | 1,05   | 1,5  |
| 4,0                            | 2,7                                       | 4,1  | 1,1    | 1,55 |
| 4,5                            | 3,0                                       | 4,1  | 1,2    | 1,6  |
| 5,0                            | 3,25                                      | 4,15 | 1,3    | 1,65 |
| 5,5                            | 3,5                                       | 4,15 | 1,4    | 1,7  |
| 6,0                            | 3,75                                      | 4,15 | 1,5    | 1,75 |
| 6,5                            | 4,1                                       | 4,2  | 2,0    | 1,8  |
| 7,0                            | 4,35                                      | 4,2  | 2,5    | 1,85 |
| 7,5                            | 4,5                                       | 4,2  | 3,0    | 1,9  |
| 8,0                            | 4,5                                       | 4,25 | 3,5    | 2,0  |
| 8,5                            | 4,5                                       | 4,25 | 4,0    | 2,0  |
| 9,0                            | 4,5                                       | 4,3  | 4,0    | 2,0  |
| 9,5                            | 4,5                                       | 4,3  | 4,0    | 2,0  |
| 10,0                           | 4,5                                       | 4,3  | 4,0    | 2,0  |
| При отключении облучения       | 4,5                                       | 1,5  | 4,0    | 0,2  |
| При внесении МПА               | 40,0                                      | 17,0 | 9,0    | 3,0  |

сенсибилизатора 0,1 %) и удерживается на этом значении 5 мин.

Внесение в облучаемый раствор органического вещества (навеска МПА массой 0,5 г) сопровождается увеличением напряжения на электродах до 40,0; 17,0; 9,0; 3,0 мВ во всех группах соответственно. Данное наблюдение свидетельствует о выделении свободных радикалов органическим веществом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Воздействие на растворы фотосенсибилизатора специфичным для него оптическим излучением с длиной волны 620 нм и неспецифичным излучением с длиной волны 405 нм сопровождается появлением напряжения на электродах, что свидетельствует о его активации как средства воздействия на условно-патогенные микроорганизмы.

Оптическое излучение, лежащее в спектре поглощения фотосенсибилизатора (620 нм), вызывает его стойкую активацию в отличие от другого излучения (405 нм), эффект от которого выражен непосредственно во время облучения. Концентрация раствора фотосенсибилизатора оказывает непосредственное влияние на эффективность активации; так, в 0,02%-м растворе метиленового синего красителя описанные эффекты более выражены, чем в 0,1%-м, что можно объяснить меньшей оптической плотностью первого. Внесение органического вещества (МПА) сопровождается резким увеличением напряжения на электродах. Можно предположить, что активация фотосенсибилизатора *in vitro* протекает в две стадии:

– возбуждения молекул фотосенсибилизатора путем сообщения им дополнительной энергии оптическим излучением;

– взаимодействия возбужденных молекул фотосенсибилизатора с органическим веществом, сопровождающегося интенсивным выделением свободных радикалов и поляризацией медных электродов соответственно.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Розенкранц А.А., Сластикова Т.А., Дурманов М.О., Соболев А.С. Меланокортиновые

рецепторы первого типа и меланома // Биохимия. – 2013. – Т. 78, вып. 11, – С. 1564–1575.

2. Azais H., Mordon S., Collinet P. Intraperitoneal photodynamic therapy for peritoneal metastasis of epithelial ovarian cancer // Limits and future prospects. Gynecol. Obstet. Fertil. Senol. – 2017. – N 31. – P. 2468–2475.
3. Estevez J., Ascencio M., Colin P. Continuous or fractionated photodynamic therapy? Comparison of three PDT schemes for ovarian peritoneal micrometastasis treatment in a rat model// Photodiagnosis Photodyn Ther. – 2010. – N 7 (4). – P. 251–257.
4. Guyon L., Ascencio M., Collinet P., Mordon S. Photodiagnosis and photodynamic therapy of peritoneal metastasis of ovarian cancer // Photodiagnosis Photodyn Ther. – 2012. – N 9 (1). – P. 16–31.
5. Rizvi I., Anbil S., Alagic N. PDT dose parameters impact tumoricidal durability and cell death pathways in a 3D ovarian cancer model // Photochem Photobiol. – 2013. – N 89 (4). – P. 942–952.
6. Denis T., Dai T., Izikson L. All you need is light: antimicrobial photoinactivation as an evolving and emerging discovery strategy against infectious disease // Virulence. – 2011. – N 2 (6). – P. 509–520.
7. Hamblin M. Antimicrobial photodynamic inactivation: a bright new technique to kill resistant microbes // Curr Opin Microbiol. – 2016. – N 33. – P. 67–73.
8. Mantareva V., Kussovski V., Angelov I. et al. Photodynamic activity of water-soluble phthalocyanine zinc(II) complexes against pathogenic microorganisms // Bioorganic & Medicinal Chemistry. – 2007. – Vol. 15 (14). – P. 4829–4835.
9. Павлов А.В., Смертина Е.Ю., Донченко Н.А. Антимикробное действие фотосенсибилизатора метиленового синего на культуру *Staphylococcus aureus* // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2013. – № 3. – С. 91–94.
10. Pupo Y.M., Gomes G.M., Santos E.B. et al. Susceptibility of *Candida albicans* to photodynamic therapy using methylene blue and toluidine blue as photosensitizing dyes// Acta Odontol Latinoam. – 2011. – N 24 (2). – P. 188–192.
11. Mantareva V., Kussovski V., Durmue M. et al. Photodynamic inactivation of pathogenic species *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans* with lutetium (III) acetate phthalocyanines and



- specific light irradiation// *Lasers Med Sci.* – 2016. – N 31(8). – P. 1591–1598.
12. **Hajim K., Salih D.S., Rassam Y.Z.** Laser light combined with a photosensitizer may eliminate methicillin-resistant strains of *Staphylococcus aureus* // *Lasers Med Sci.* – 2010. – P. 743–748.
  13. **Tubby S., Wilson M., Nair S.** Inactivation of staphylococcal virulence factors using a light-activated antimicrobial agent // *BMC Microbiol.* – 2009. – N 5 (9). – P. 211–219.
  14. **Durantini E.** New insights into the antimicrobial blue light inactivation of *Candida albicans* // *Virulence.* – 2016. – N 7 (5). – P. 493–497.
  15. **Agrawal T., Avci P., Gupta G.K., Rineh A., Lakshmanan S.** Harnessing the power of light to treat staphylococcal infections focusing on MRSA // *Curr Pharm* – 2015. – N 21 (16). – P. 2109–2121.
- REFERENCES**
1. **Rozenkrants A.A., Slastnikova T.A., Durymanov M.O., Sobolev A.S.** Melanokortinovyie retseptory pervogo tipa i melanoma // *Biokhimiya.* – 2013. – T. 78, vyp. 11, – S. 1564–1575.
  2. **Azais H., Mordon S., Collinet P.** Intraperitoneal photodynamic therapy for peritoneal metastasis of epithelial ovarian cancer // *Limits and future prospects. Gynecol. Obstet. Fertil. Senol.* – 2017. – N 31. – P. 2468–2475.
  3. **Estevez J., Ascencio M., Colin P.** Continuous or fractionated photodynamic therapy? Comparison of three PDT schemes for ovarian peritoneal micrometastasis treatment in a rat model // *Photodiagnosis Photodyn Ther.* – 2010. – N 7 (4). – P. 251–257.
  4. **Guyon L., Ascencio M., Collinet P., Mordon S.** Photodiagnosis and photodynamic therapy of peritoneal metastasis of ovarian cancer // *Photodiagnosis Photodyn Ther.* – 2012. – N 9 (1). – P. 16–31.
  5. **Rizvi I., Anbil S., Alagic N.** PDT dose parameters impact tumoricidal durability and cell death pathways in a 3D ovarian cancer model // *Photochem Photobiol.* – 2013. – N 89(4). – P. 942–952.
  6. **Denis T., Dai T., Izikson L.** All you need is light: antimicrobial photoinactivation as an evolving and emerging discovery strategy against infectious disease // *Virulence.* – 2011. – N 2(6). – P. 509–520.
  7. **Hamblin M.** Antimicrobial photodynamic inactivation: a bright new technique to kill resistant microbes // *Curr Opin Microbiol.* – 2016. – N 3. – P. 67–73.
  8. **Mantareva V., Kussovski V., Angelov I. et al.** Photodynamic activity of water-soluble phthalocyanine zinc(II) complexes against pathogenic microorganisms// *Bioorganic & Medicinal Chemistry.* – 2007. – Vol. 15 (14). – P. 4829–4835.
  9. **Pavlov A.V., Smertina E.Yu., Donchenko N.A.** Antimikrobnoe deistvie fotosensibilizatora metilenovogo sinego na kul'turu *Staphylococcus aureus* // *Sib. vestn. s-kh nauki.* – 2013. – № 3. – S. 91–94.
  10. **Pupo Y.M., Gomes G.M., Santos E.B. et al.** Susceptibility of *Candida albicans* to photodynamic therapy using methylene blue and toluidine blue as photosensitizing dyes // *Acta Odontol Latinoam.* – 2011. – N 24 (2). – P. 188–192.
  11. **Mantareva V., Kussovski V., Durmue M. et al.** Photodynamic inactivation of pathogenic species *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans* with lutetium (III) acetate phthalocyanines and specific light irradiation// *Lasers Med Sci.* – 2016. – N 31(8). – P. 1591–1598.
  12. **Hajim K., Salih D.S., Rassam Y.Z.** Laser light combined with a photosensitizer may eliminate methicillin-resistant strains of *Staphylococcus aureus* // *Lasers Med Sci.* – 2010. – P. 743–748.
  13. **Tubby S., Wilson M., Nair S.** Inactivation of staphylococcal virulence factors using a light-activated antimicrobial agent // *BMC Microbiol.* – 2009. – N 5, 9. – P. 211–219.
  14. **Durantini E.** New insights into the antimicrobial blue light inactivation of *Candida albicans* // *Virulence.* – 2016. – N 7(5). – P. 493–497.
  15. **Agrawal T., Avci P., Gupta G.K., Rineh A., Lakshmanan S.** Harnessing the power of light to treat staphylococcal infections focusing on MRSA // *Curr Pharm* – 2015. – N 21(16). – P. 2109–2121.



## **STUDYING ACTIVATION OF A PHOTSENSITIZER BY RADIATION WITH NON-SPECIFIC WAVELENGTH**

**A.V. PAVLOV, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher,  
E.YU. SMERTINA, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Laboratory Head**  
*Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East, SFSCA RAS*  
*Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia*  
e-mail: e.smertina2011@yandex.ru

Results are given from studies in the field of photodynamic therapy on diagnosing and treating malignant neoplasms. There was studied the efficiency of activation of 0.02% and 0.1% methylene blue solutions by specific optical radiation with the wavelength of 620 nm and nonspecific optical radiation with the wavelength of 405 nm. We used LED sources of monochrome unpolarized optical radiation with wavelengths of 620 nm and 405 nm and output power of 3,500 milliwatts each. The efficiency of solution activation was evaluated by voltage on copper electrodes immersed in the photosensitizer solution, which was measured by an analog oscilloscope. The indices were recorded every 30 seconds until the maximum voltage on the electrodes was reached, then 0.5 g of organic matter (meat peptone agar) was added to the activated photosensitizer solution. Optical radiation with the wavelength of 620 nm was found to cause the stable activation of the photosensitizer, in contrast to radiation with the wavelength of 405 nm, the effect of which was expressed directly during irradiation. The concentration of the photosensitizer solution had a direct effect on the activation efficiency; so, the activation in 0.2% methylene blue solution was more pronounced than that in 0.1%, which can be explained by lower optical density of the former. The introduction of organic matter was accompanied by a sharp increase in the voltage at the electrodes. Thus, optical radiation with the wavelength of 405 nm, which is nonspecific for methylene blue as a photosensitizing dye, can be used to activate it.

**Keywords:** photodynamic therapy, methylene blue dye, optical radiation, free radicals, electric potential.

*Поступила в редакцию 05.05.2017*

---



УДК 631. 17: 631. 333

## РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ

**Н.Н. НАЗАРОВ**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,  
**В.М. ЛИВШИЦ**, доктор технических наук, главный научный сотрудник,  
**О.В. ИВАКИН**, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации  
и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН  
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск  
e-mail: sibime-nazarov@yandex.ru*

Рассмотрены результаты теоретических исследований по представлению технологии возделывания зерновых культур в виде сложной технологической системы, функционирующей в соответствующей почвенно-климатической зоне. Показаны основные этапы ее развития в зависимости от реализации в ней технологий различной степени интенсификации. Используя закономерности развития технических систем и учитывая, что законы их развития имеют комплексную структуру, технологическая система возделывания зерновых представлена в виде S-образной идеализированной кривой. Последовательное развертывание технологической системы реализуется с использованием дополнительных ресурсов в соответствующих переходных этапах своего развития. Условием возникновения данной технологической системы является наличие ресурсных факторов для нормального роста и развития как вегетирующих растений, так и биологического сообщества. В первую очередь, это интенсивность света (активность солнечной энергии), обеспеченность растений фосфорным питанием и содержание в почве азота. Для выхода технологической системы на последующие этапы развития количество планируемых для использования в ней энергетических ресурсов должно быть равным или большим, чем имеющихся в предшествующей существующей технологии. Изображение всего жизненного цикла технологической системы возделывания зерновых в соответствии с предлагаемым подходом позволяет принять во внимание наиболее вероятные сценарии и последовательность их проявления в развитии подобного рода систем.

**Ключевые слова:** технологическая система, ресурсный фактор, возделывание зерновых, технологии, технологическая система.

В основе методологии современного земледелия лежит комплексный системный подход. При этом значение агроландшафтных систем земледелия в конкретных почвенно-климатических зонах постоянно усиливается, что связано с ростом интенсификации земледелия [1–4]. Агроландшафтные системы в значительной степени изменяют содержание систем земледелия и применяются дифференцированно в зависимости от почвенных, погодных условий и плодородия почвы, а ресурсный фактор почвы приобретает максимальное значение. По-

вышение урожайности зерновых культур связано с формированием ресурсного обеспечения в технологиях их возделывания, в первую очередь с использованием дополнительных источников азотного питания растений. Это вызвано резким сокращением поставок минеральных удобрений (особенно азотных) сельскохозяйственным товаропроизводителям. В России в настоящее время на 1 га пашни вносится около 26 кг по действующему веществу этих удобрений, практически не обеспечивая даже стартовой дозы для вегетирующих растений. Кроме

того, сокращение поголовья крупного рогатого скота привело к снижению объемов внесения органических удобрений. Изображение всего жизненного цикла технологической системы возделывания зерновых в соответствии с предлагаемым подходом позволяет принять во внимание наиболее вероятные сценарии, а также последовательность их проявления в развитии подобного рода систем.

Цель исследования – обосновать значимость ресурсного фактора в развитии технологической системы возделывания зерновых с использованием закономерностей развития технических систем.

При исследовании использовали информационные методы научного анализа, теории систем, структурно-системного анализа технологических систем производства продукции растениеводства, принятия решений, информационные модели систем объектов и др. [5].

Технология возделывания зерновых культур представляется в виде сложной технологической системы, функционирующей в соответствующей почвенно-климатической зоне. Под технологической системой понимается совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций [6–8]. В каждой операции, реализуемой в соответствующем технологическом процессе, происходит взаимодействие с предметом труда, главным образом с почвой и семенами зерновых. Именно на эти виды предметов труда нужно оказать необходимое воздействие по их преобразованию для создания благоприятных условий прорастания семян и дальнейшей вегетации зерновых. К регламентированным условиям производства относятся параметры окружающей среды.

Используя закономерности развития технических систем [9–13] и учитывая, что законы их развития имеют комплексную структуру, развитие технологической системы возделывания зерновых представляется в

виде идеализированной S-образной кривой (см. рисунок).

Условием возникновения данной технологической системы является наличие ресурсных факторов для нормального роста и развития как вегетирующих растений, так и биологического сообщества. В первую очередь это интенсивность света (активность солнечной энергии) –  $I$ , обеспеченность растений фосфорным питанием –  $P$  и содержание в почве азота –  $N$ . По данным исследований [14, 15], в случае потенциального ограничения роста тремя указанными факторами математическая модель процесса описывается зависимостью (закон Митчерлиха – закон совокупного действия факторов)

$$\mu = \mu_{\max} \frac{I}{K_I + 1} \frac{P}{K_P + P} \frac{N}{K_N + N}$$

или принципом Либиха [16] (если лимитирующим является один фактор)

$$\mu = \mu_{\max} \min \left\{ \frac{I}{K_I + 1}; \frac{P}{K_P + P}; \frac{N}{K_N + N} \right\},$$

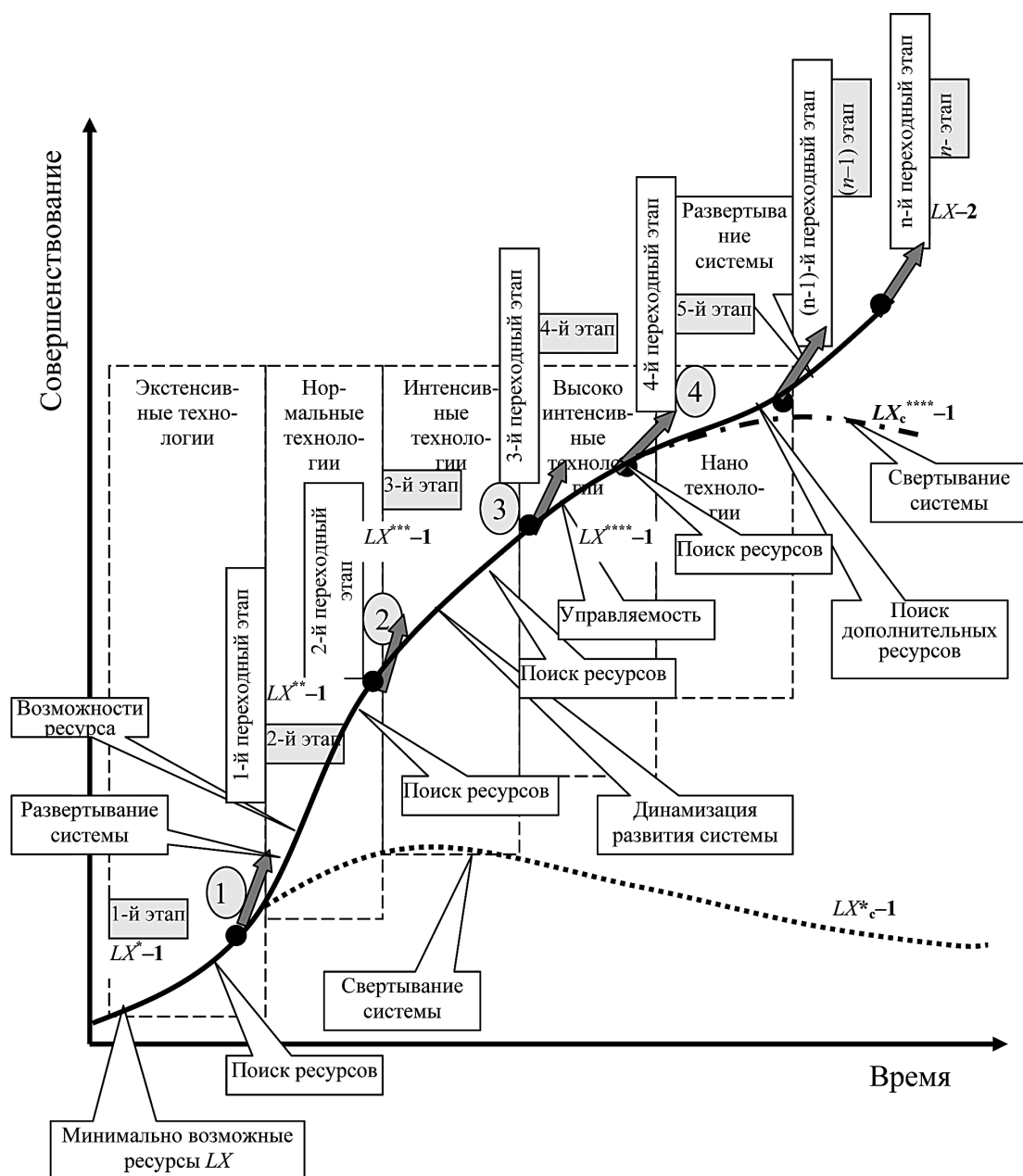
где  $K$  с соответствующими индексами – константы полунасыщения.

Построение кривой определяется как зависимость совершенствования от времени, что отражает характер развития технологических систем, стремящихся к увеличению идеальности (или степени совершенствования).

Если эти условия удовлетворяются, то технологическая система возделывания зерновых ( $LX-1$ ) способна выйти на первый этап под маркой “существование”.

Возможны следующие основные пути дальнейшего развития системы.

1. Система практически остается на начальном этапе в виде  $LX_c^* - 1$  – системы, в жизненном цикле которой наступает период стагнации, т.е. замедление темпов развития: снижение урожайности зерновых вследствие выноса из почвы элементов питания и невозполнения их в полном объеме, а также отставания в развитии технических средств при полном или частичном отсутствии дополнительных ресурсов для продолжения развития этой системы.



Обобщенная схема развития технологической системы возделывания зерновых культур

В системе реализуются экстенсивные технологии, которые предполагают ориентацию на естественное плодородие почв без применения удобрений и других химических средств или с весьма ограниченным их использованием.

Учитывая, что целью рассматриваемой технологической системы является не ее существование, а активное функционирование, то для выхода на более высокий уровень (2-й этап), который можно охарактеризовать как этап развития, выполнение

подобных условий существования (использование только природного плодородия почв) недостаточно. Для этого требуются возможности (энергетические ресурсы), которые необходимо дополнительно ввести в технологию возделывания зерновых:

$$\sum_{i=1}^n \mathcal{E}P_{i\text{им}} < \sum_{j=1}^m \mathcal{E}P_{j\text{пл}},$$

где  $\mathcal{E}P_{i\text{им}}$  – объем энергетических ресурсов, используемых в существующей технологии;  $\mathcal{E}P_{j\text{пл}}$  – объем энергетических ресурсов, пла-

нируемых к использованию в разрабатываемой технологии.

Для выхода технологической системы на 2-й этап развития количество планируемых для использования в ней энергетических ресурсов должно быть большим, чем имеющихся в существующей технологии.

2. Система продолжает развитие при условии, что найдены дополнительные энергетические ресурсы ( $\mathcal{E}P_d$ ) для восполнения в почве питательных веществ, нужных для устойчивого развития вегетирующих растений. В системе реализуются нормальные технологии, рассчитанные на такой уровень использования химических средств, который позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме, и давать удовлетворительное качество продукции:

$$\mathcal{E}P_d > \mathcal{E}P_{\min},$$

где  $\mathcal{E}P_d$  – дополнительные энергетические ресурсы для восполнения в почве питательных веществ;  $\mathcal{E}P_{\min}$  – дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме.

3. Дальнейшее функционирование технологической системы осуществляется в рамках реализации интенсивных технологий, которые используются для получения действительно возможного урожая высокого качества в складывающихся метеорологических условиях соответствующей почвенно-климатической зоны (на заданном поле). Для получения такого урожая предполагается непрерывное управление продукционным процессом сельскохозяйственных культур, обеспечивающее оптимальное минеральное питание растений и защиту от вредных организмов и полегания. Интенсивные технологии предусматривают использование интенсивных сортов и создание условий для более полной реализации их биологического потенциала.

4. Продолжающееся развитие системы реализуется при использовании высоких технологий (управляемое земледелие), предназначенных для достижения климатически обеспеченной урожайности культуры,

близкой к ее биологическому потенциалу, с заданным качеством продукции. При реализации высокоинтенсивных технологий обеспечивается максимальная интеграция агроприемов и оптимальное использование необходимых ресурсов и техники. Наиболее полное соблюдение всех требований высокоинтенсивных технологий можно обеспечить с помощью информационных методов и прецизионной техники в рамках методологии точного земледелия.

5. Дальнейшее развертывание системы возможно только при нахождении и введении в разрабатываемую технологию дополнительных энергетических ресурсов, не используемых в реализации ранее существовавших подобных структур (возможно использование нанотехнологий). Дополнительным сигналом для перехода системы на более высокий уровень может служить начало отставания в развитии технических средств и их рабочих органов при отсутствии дополнительных ресурсов для продолжения их развития.

В будущем возможны следующие сценарии развития системы:

- технологическая система остается при своей идеальности (развитии) на четвертом этапе;
- продолжает свое существование в виде  $LX_c^* - 1$  – системы, в жизненном цикле которой наступает период снижения эффективности;
- переходит на полноценный очередной этап ( $LX - n$ ), если найдены ресурсы новых технологий (или новых технических средств).

## ВЫВОДЫ

1. Развитие технологической системы возделывания зерновых можно представить в виде идеализированной S-образной кривой, на которой располагаются этапы технологии возделывания с различной степенью интенсификации.

2. Последовательное развертывание технологической системы реализуется с использованием дополнительных ресурсов в соответствующих переходных этапах своего развития.



3. Изображение всего жизненного цикла технологической системы возделывания зерновых в соответствии с предлагаемым подходом позволяет принять во внимание наиболее вероятные сценарии и последовательность их проявления в развитии подобного рода систем.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Милаев П.П. Система согласованных показателей для оценки эффективности функционирования инженерно-технологических систем производства продукции земледелия // Инженерно-техническое обеспечение технологических процессов в агропромышленном комплексе Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск, 2007. – С. 150–160.
2. Докин Б.Д., Ёлкин О.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в условиях Сибири // Ресурсосберегающие технологии и техническое обеспечение производства зерна: материалы междунар. науч.-практ. конф. – М., 2010. – С. 170–175.
3. Арюпин В.В., Нестяк В.С. Методология разработки энерго- и ресурсосберегающих тепличных комплексов для условий Сибири // Вестн. Красноярского ГАУ. – 2010. – № 4. – С. 109–115.
4. Делягин В.Н., Чиркова И.Г. Оптимизация структуры энергетических потоков в агроэкосистеме // Аграрная наука Сибири – сельскому хозяйству: материалы годич. общ. собр. и науч. сессии. – Новосибирск, 2001. – С. 196–204.
5. Криков А.М., Бердникова Р.Г. Информационные модели системы технической диагностики и обслуживания тракторов // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 5–6. – С. 102–108.
6. ГОСТ 27.004–85. Системы технологические. Термины и определения. Введ. 1985-01-31. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.
7. Докин Б.Д., Иванов Н.М., Ёлкин О.В., Чекусов М.С. Альтернативные варианты технологий и технических средств для производства зерна в условиях Сибири // Достижения науки и техники в АПК. – 2015. – № 1. – С. 101–105.
8. Докин Б.Д., Ёлкин О.В. Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2015. – № 1. – С. 18–22.
9. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – 2-е изд., доп. – Новосибирск: Наука, 1991. – 225 с.
10. Поиск новых идей: от озарения к технологии (теория и практика решения изобретательских задач) / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.
11. Захаров А. Универсальная схема эволюции // МА ТРИЗ «Три поколения ТРИЗ», «ТРИЗ-фест-2006»: материалы междунар. конф. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. – С. 259–265.
12. Саламатов Ю. Система развития законов техники // Шанс на приключение: сб. статей / сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1991. – 304 с.
13. Смирнов Е.Е. Новое представление системы ЗРТС. – [Электронный ресурс]: URL: <http://www.metodolog.ru/01121/01121.html>
14. Mitscherlich E.A. Das Gesetz des Minimums und Gesetz des abnehmenden Bodenertrags // Landw. Jahrb. – 1909. – Vol. 38. – 595 s.
15. Митчерлих Э.А. Определение потребности почвы в удобрении. – М.; Л.: Гос. изд-во сель.-хоз. и колх.-кооп. лит-ры, 1931. – 104 с.
16. Libig J. Chemistry in its application to agriculture and physiology. – London: Taylor and Walton, 1840.

#### REFERENCES

1. Milaev P.P. Sistema soglasovannykh pokazatelei dlya otsenki effektivno-sti funktsionirovaniya inzhenerno-tekhnologicheskikh sistem proizvodstva produktsii zemledeliya // Inzhenerno-tekhnicheskoe obespechenie tekhnologicheskikh protsessov v agropromyshlennom komplekse Sibiri: sb. nauch. tr. – Novosibirsk, 2007. – S. 150–160.
2. Dokin B.D., Elkin O.V. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdelvaniya zernovykh kul'tur v usloviyakh Sibiri // Resursosberegayushchie tekhnologii i tekhnicheskoe obespechenie proizvodstva zerna: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – M., 2010. – S. 170–175.
3. Aryupin V.V., Nestyak V.S. Metodologiya razrabotki energo- i resursosberegayushchikh teplichnykh kompleksov dlya uslovii Sibiri // Vestn. Krasnoyarskogo GAU. – 2010. – № 4. – S. 109–115.
4. Delyagin V.N., Chirkova I.G. Optimizatsiya struktury energeticheskikh potokov v agroekosisteme // Agrarnaya nauka Sibiri – sel'skomu khozyaistvu: materialy godich. obshch. sobr. i nauch. sessii. – Novosibirsk, 2001. – S. 196–204.

5. **Krikov A.M., Berdnikova R.G.** Informatsionnye modeli sistemy tekhnicheskoi diagnostiki i obsluzhivaniya traktorov // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2011. – № 5–6. – S. 102–108.
6. **GOST 27.004–85.** Sistemy tekhnologicheskie. Terminy i opredeleniya. Vved. 1985-01-31. – M.: Izd-vo standartov, 1982. – 9 s.
7. **Dokin B.D., Ivanov N.M., Elkin O.V., Chekusov M.S.** Al'ternativnye va-rianty tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya proizvodstva zerna v usloviyakh Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki v APK. – 2015. – № 1. – S. 101–105.
8. **Dokin B.D., Elkin O.V.** Tekhnologicheskaya i tekhnicheskaya modernizatsiya ras-tenievodstva Sibiri // Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii. – 2015. – № 1. – S. 18–22.
9. **Al'tshuller G.S.** Naiti ideyu. Vvedenie v teoriyu resheniya izobretatel'skikh zadach. – 2-e izd., dop. – Novosibirsk: Nauka, 1991. – 225 s.
10. **Poisk** novykh idei: ot ozareniya k tekhnologii (teoriya i praktika resheniya izobretatel'skikh zadach) / G.S. Al'tshuller, B.L. Zlotin, A.V. Zusman, V.I. Filatov. – Kishinev: Kartya Moldovenyashke, 1989. – 381 s.
11. **Zakharov A.** Universal'naya skhema evolyutsii // MA TRIZ «Tri pokoleniya TRIZ», «TRIZ-fest-2006»: materialy mezhdunar. konf. – SPb.: Izd-vo SPbGPU, 2006. – S. 259–265.
12. **Salamatov Yu.** Sistema razvitiya zakonov tekhniki // Shans na prikluche-nie: sb. statei / sost. A.B. Selyutskii. – Petrozavodsk: Kareliya, 1991. – 304 s.
13. **Smirnov E.E.** Novoe predstavlenie sistemy ZRTS. – [Elektronnyi resurs]: URL: <http://www.metodolog.ru/01121/01121.html>
14. **Mitscherlich E.A.** Das Gesetz des Minimums und Gesetz des abnehmenden Bodenertrags // Landw. Jahrb. – 1909. – Vol. 38. – 595 s.
15. **Mitcherlikh E.A.** Opredelenie potrebnosti pochvy v udobrenii. – M.-L.: Gos. izd-vo sel'.-kh. i kolkh.-koop. lit-ry, 1931. – 104 s.
16. **Libig J.** Chemisry in its application to agriculture and physiology. – London: Taylor and Walton, 1840.

## RESOURCES SUPPORT FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL SYSTEM FOR GRAIN CROPS CULTIVATION

**N.N. NAZAROV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher,**

**V.M. LIVSHITS, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,**

**O.V. IVAKIN, Doctor of Science in Engineering, Lead Researcher**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS*

*Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia*

e-mail: [sibime-nazarov@yandex.ru](mailto:sibime-nazarov@yandex.ru)

Results are considered from theoretical studies on representing a technology for grain crop cultivation in the form of a complex technological system functioning in an appropriate soil-climatic zone. The main stages of its development depending on a technology intensification level are shown. Using the laws of technical systems evolution and taking into account the complex structure of these laws, a technological system for cultivating grain crops is thought of as an S-shaped idealized curve. The sequential deployment of the technological system is realized with the use of additional resources in the corresponding transition stages of its development. The condition for the technological system is availability of resources for the growth and development of both vegetative plants and a biological community. First of all, this is the intensity of light, or solar energy activity, phosphorus nutrition availability for plants, and nitrogen content in soil. The technological system to reach the subsequent stages of its development should have the equal or greater amount of energy resources as compared with the previous technology. Representing the whole life cycle of the technological system for cultivating grain crops in accordance with the approach suggested allows us to take into account the most probable scenarios and the most probable sequence of their manifestations in the development of such systems.

**Keywords:** technological system, resource factor, grain crops cultivation, technology.

*Поступила в редакцию 26.06.2017*

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБОСНОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОПРЫСКИВАТЕЛЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

**Н.Н. НАЗАРОВ**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,

**Н.С. ЯКОВЛЕВ**, доктор технических наук, главный научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации  
и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН*

*630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск*

*e-mail: yakovlev-46@inbox.ru*

Представлены результаты обоснования технологической схемы технического средства для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков с принудительным осаждением распыляемого препарата на подстилающую поверхность. Установлено, что формирование и оценку вариантов технологических схем разрабатываемого технического средства целесообразно проводить на основе комбинированного функционально-структурного подхода с использованием методологии функционально-стоимостного анализа. Данный анализ включает определение состава функций будущего изделия; построение его функциональной модели; поиск и формирование вариантов решений по функциям; построение структурной модели изделия; построение функционально-структурной модели изделия; оценку и выбор вариантов рабочих органов (технических решений) и перспективных технологических схем. Методом экспертных оценок с использованием комплексных показателей и численных значений их коэффициентов весомости (значимости) показателей качества выполнения технологических процессов обоснована перспективная технологическая схема опрыскивателя с принудительным осаждением распыляемого препарата на подстилающую поверхность. При проведении защитных мероприятий рабочую жидкость целесообразно осажать инерционно-гравитационным способом. Использование монодисперсного спектра распыла с принудительным осаждением капель на обрабатываемые объекты позволяет довести осаждение этих капель до 90 % и более.

**Ключевые слова:** техническое средство, защита растений, маточная и рабочая жидкость, модель опрыскивателя, технологическая схема.

В защитных мероприятиях при возделывании зерновых культур применяют в основном штанговые (реже вентиляторные) опрыскиватели, выполненные в прицепном и навесном вариантах. При несомненных достоинствах (постоянная ширина захвата, достаточно равномерное распределение рабочей жидкости по обрабатываемой площади) штанговые опрыскиватели имеют ряд существенных недостатков: низкую технологическую надежность из-за частого забивания распылителей (особенно при малых расходах), меньшую по сравнению с вентиляторными опрыскивателями производительность, сложность настройки опрыскивателя, большую металлоемкость и др. Однако самая большая проблема, возникающая при использовании штанговых опрыскивателей, состоит в значи-

тельных потерях распыленной жидкости – до 20–30 % и более. Это существенно снижает эффективность защитных мероприятий и приводит к загрязнению окружающей среды.

Эффективность применения рабочей жидкости пестицидов можно повысить, если вводить ее в вегетирующую массу (злаковых культур, сорных растений) принудительно с использованием нагнетаемых воздушных потоков. В связи с этим необходимо обоснование технологической схемы технического средства с принудительным осаждением распыленного препарата при защите посевов зерновых.

Цель исследования – обосновать элементную базу опрыскивателя с принудительным осаждением препарата на подстилающую поверхность.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Формирование и оценку вариантов технологических схем разрабатываемого технического средства целесообразно проводить на основе комбинированного функционально-структурного подхода с использованием методологии функционально-стоимостного анализа [1–5], включающего:

- определение состава функций будущего изделия;
- построение его функциональной модели;
- поиск и формирование вариантов решений по функциям;
- построение структурной модели изделия;
- построение функционально-структурной модели изделия;
- оценку и выбор вариантов рабочих органов (технических решений) и перспективных технологических схем.

Основное назначение определения состава функций технического средства для

защиты растений от сорняков, вредителей и болезней – установление необходимого количества данных функций, которые должны выполняться техническим средством в целом, а также его составными частями. Основной инструмент определения взаимосвязи функций – повторяемая постановка двух главных вопросов (почему? и как?), которыми являются непосредственно предшествующая и непосредственно последующая функции. Развитием такого подхода, включающего логическое описание и систематизацию функций объекта, служат диаграммы функций. Полученный таким образом набор функций использован при формировании функциональной модели технического средства (рис. 1). В данной модели произведено уточнение функциональной сущности разрабатываемого технического средства с помощью наглядного отображения функций и их подчиненности.

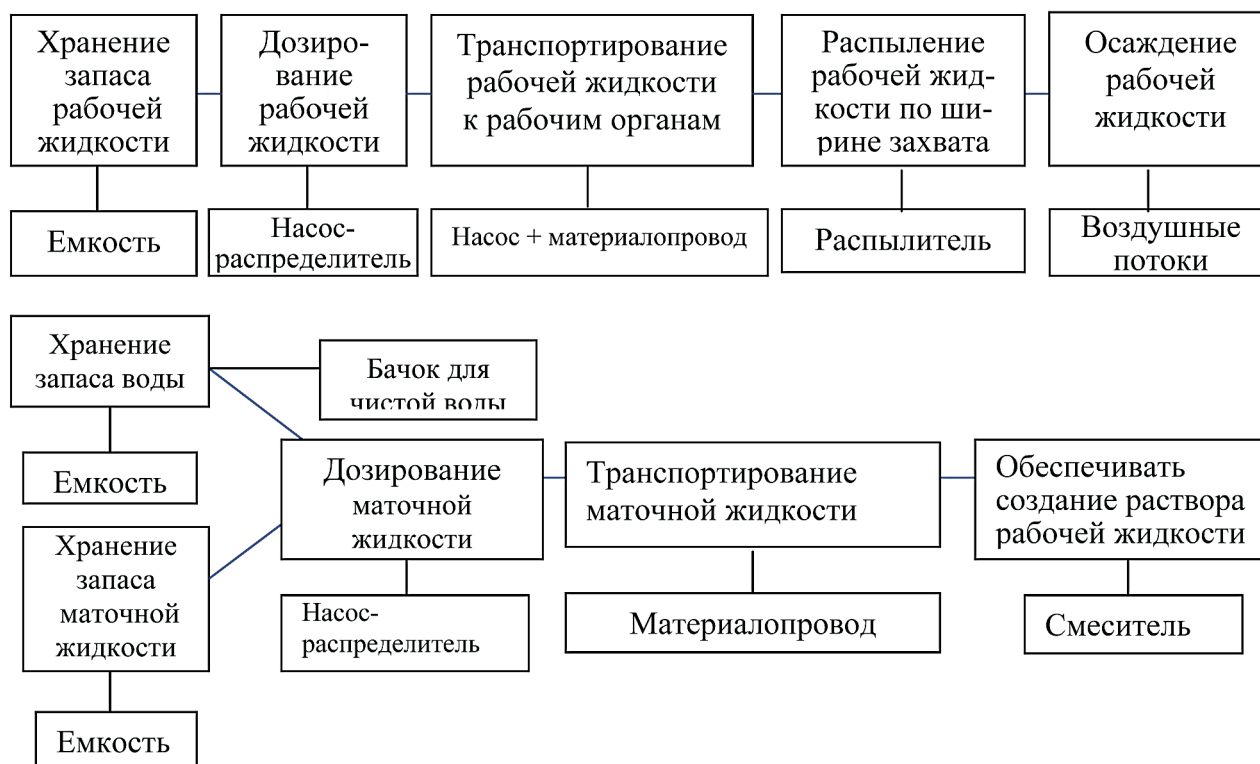


Рис. 1. Диаграмма функций технического средства для защиты сельскохозяйственных культур с принудительным осаждением распыленного препарата



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При построении функциональной модели осуществлена классификация функций разрабатываемого технического средства в следующем порядке: главные, основные, второстепенные, вспомогательные. Главные функции сформулированы исходя из назначения разрабатываемого технического средства – обеспечение защиты посевов зерновых. Основные функции (транспортирование запаса маточной и рабочей жидкостей, обеспечение их дозирования, распределение и осаждение на подстилающую поверхность) подчинены главным, обязательны для их реализации, определяют главный рабочий процесс проектируемого технического средства и связаны в основном с размещением используемого оборудования на нем. После выбора принципа действия основных функций установлены вспомогательные, которые необходимы для реализации основных (установка распределительной аппаратуры, воздухопроводов и др.). Обоснованная таким образом функциональная модель технического средства послужила основанием для построения совмещенной функционально-структурной модели разрабатываемого технического средства, а также построения функционально-структурной модели технического средства для защиты сельскохозяйственных культур.

Одним из основных вопросов при обосновании технологических схем технического средства является формирование максимально возможного количества их вариантов, поскольку рассмотрение неполного множества не дает гарантии выбора наиболее эффективного из них. Для выполнения этого этапа работы использован морфологический метод анализа систем [6, 7]. При применении данного метода проектируемое техническое средство разделено на части, считающиеся условно независимыми, причем каждая из них имеет несколько возможных вариантов построения (решения).

Общее решение (технологическую схему) при этом можно получить, взяв одно из возможных решений для каждой части. Чис-

ло таких решений равно числу возможных комбинаций, причем берется каждый раз одно решение для каждой из частей. Отдельный вариант исполнения какой-либо части обозначается как  $P_i^k$ , где  $i$  относится к обозначению конкретной части изделия,  $k$  – к конкретному техническому исполнению  $i$ -й части изделия. Каждая часть объекта обладает конечным числом альтернативных решений, которые в совокупности образуют матрицу альтернативных вариантов построения данного объекта:

$$[P_1^1, P_1^1, \dots, P_1^{41}];$$

$$[P_2^1, P_2^1, \dots, P_2^{42}];$$

$$[P_n^2, P_n^2, \dots, P_n^n].$$

Число этих вариантов велико. Оно значительно уменьшается за счет исключения несовместимых вариантов выполнения смежных операций. Матрица подобных структурных решений формирует представление о структуре разрабатываемого технического средства и в обобщенном виде используется при формировании его структурной модели.

Основа структурных моделей – строгая и однозначная соподчиненность материальных элементов с определенной степенью упрощения, представляющая собой “скелет” изделия, его обобщенный вид. Подобного рода модели имеют вид связного графа с несколькими иерархическими уровнями, не содержат контуров, перекрестных связей между элементами различных уровней, т.е. относятся к графам типа дерева (рис. 2).

Представленная схема отражает лишь наиболее устоявшиеся статические связи в системе и в дальнейшем используется при построении функционально-структурной модели изделия, осуществляемой путем наложения функциональной модели на структурную, что практически не отличается от правил построения структурной и функциональной моделей (рис. 3). Подобного рода совмещенная функционально-структурная модель является основанием для формирования технологической схемы разрабатываемого технического средства.





Рис. 2. Структурная схема технического средства для защиты сельскохозяйственных культур



Рис. 3. Функционально-структурная модель технического средства для защиты сельскохозяйственных культур:

1.1.1 – дозирование рабочей жидкости; 1.1.2 – транспортирование рабочей жидкости; 1.1.3 – распределение рабочей жидкости; 1.1.4 – распыление рабочей жидкости; 1.1.5 – осаждение рабочей жидкости; 2.2.1 – обеспечение работы вентилятора; 3.3.1 – транспортирование сжатого воздуха к насадкам; 4.4.1 – распределение сжатого воздуха по ширине факела распыла

#### Результаты ранжирования показателей качества по результатам их балльной оценки экспертами

| Оценка                  | Показатели качества |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                         | А                   | Б   | В   | Г   | Д   | Е   | Ж   | К   |
| Балл                    | 4,8                 | 3,9 | 4,8 | 2,4 | 2,4 | 2,7 | 3,4 | 2,7 |
| Числа натурального ряда | 1                   | 3   | 2   | 7   | 8   | 5   | 4   | 6   |

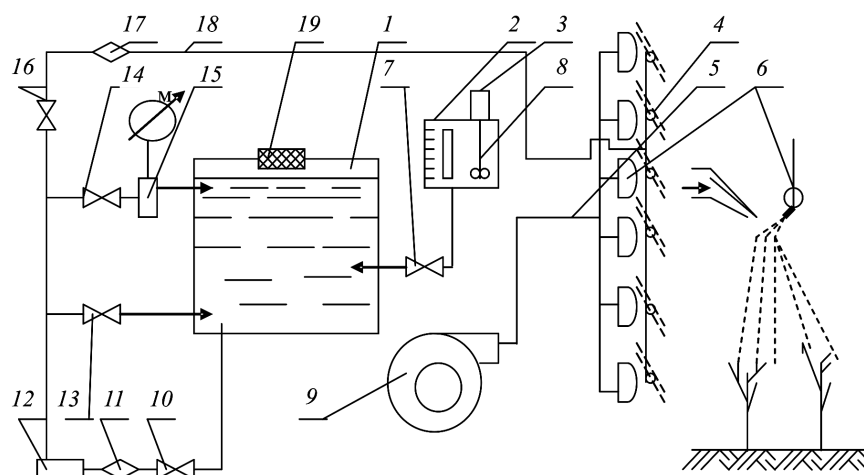


Рис. 4. Технологическая схема гидропневматического опрыскивателя:

1 – основной бак; 2 – бак для маточной жидкости; 3 – гидромотор; 4 – распылитель гидравлический; 5 – пневмокоммуникации; 6 – головка пневматическая; 7, 10, 13, 14, 16 – запорная арматура; 8 – мешалка; 9 – вентилятор; 11, 17, 19 – устройства фильтрующие; 12 – насос; 15 – регулятор давления; 18 – гидрокоммуникации

Оценка и выбор перспективных технических решений и технологической схемы разрабатываемого технического средства для защиты посевов зерновых осуществлялись экспертной группой с использованием численных значений коэффициентов весомости (значимости) показателей качества выполнения технологических процессов [8–10]. На первом этапе эксперты осуществили ранжирование по 5-балльной шкале и определили значимость (важность) показателей качества рассматриваемых процессов, в числе которых выбраны [11]: А – качество выполнения технологического процесса, Б – производительность технологического процесса, В – надежность технологического процесса, Г – затраты на монтаж оборудования, Д – стоимость комплектующих; Е – сложность изготовления (затраты труда на изготовление), Ж – удобство в обслуживании (затраты труда на обслуживание), К – масса рабочих органов. Полученные данные обрабатывали с использованием методов математической статистики [12] (см. таблицу).

На втором этапе осуществляли выбор перспективной технологической схемы экспериментального образца технического средства для защиты посевов зерновых по

обозначенным выше показателям качества. Оценка проводилась той же группой экспертов.

Установлено, что наиболее перспективной технологической схемой технического средства для защиты посевов зерновых является схема, включающая основной бак, бак для маточной жидкости, гидромотор, распылитель гидравлический, пневмокоммуникации, запорная арматура, мешалка, вентилятор, устройства фильтрующие, насос, регулятор давления и гидрокоммуникации (рис. 4.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснованная технологическая схема гидропневматического опрыскивателя может служить основанием к разработке технических средств с принудительным осаждением распыленных препаратов на подстилающую поверхность для защиты посевов зерновых культур от сорняков, вредителей и болезней. Использование монодисперсного спектра распыла с принудительным осаждением капель на обрабатываемые объекты позволяет довести осаждение этих капель до 90 % и более.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Моисеева Н.К., Карпунин М.Г.** Основы теории и практики функционально-стоимостного анализа. – М.: Высш. шк., 1988. – 192 с.
2. **Моисеева Н.К.** Выбор технических решений при создании новых изделий. – М.: Машиностроение, 1980. – 181 с.
3. **Голибардов Е.И., Кудрявцев А.В., Синенко М.И.** Техника функционально-стоимостного анализа. – Киев: Техника, 1989. – 238 с.
4. **Основы функционально-стоимостного анализа.** – М.: Энергия, 1980. – 175 с.
5. **Справочник** по функционально-стоимостному анализу. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 431 с.
6. **Одрин В.М.** Методы морфологического анализа технических систем. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 310 с.
7. **Цвиркун А.Д.** Основы синтеза структуры сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 200 с.
8. **Милаев П.П.** Оценка уровня конкурентоспособности техники для земледелия: метод. реком. – Новосибирск, 2000. – 56 с.
9. **Докин Б.Д., Елкин О.В.** Технологическая и техническая модернизация растениеводства Сибири // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2015. – № 1 – С. 18–22.
10. **Иванов Н.М., Чепурин Г.Е.** Научно-техническое обеспечение аграрного комплекса Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 5. – С. 93–101.
11. **Назаров Н.Н.** Технологическая схема технического средства для внесения в почву суспензии бактериальных препаратов // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 2. – С. 76–83.
12. **Литвак Б.Г.** Экспертная информация. Методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.

## REFERENCES

1. **Moiseeva N.K., Karpunin M.G.** Osnovy teorii i praktiki funktsio-nal'no-stoimostnogo analiza. – M.: Vyssh. shk., 1988. – 192 s.
2. **Moiseeva N.K.** Vybora tekhnicheskikh reshenii pri sozdanii novykh iz-delii. – M.: Mashinostroenie, 1980. – 181 s.
3. **Golibardov E.I., Kudryavtsev A.V., Sinenko M.I.** Tekhnika funktsio-nal'no-stoimostnogo analiza. – Kiev: Tekhnika, 1989. – 238 s.
4. **Osnovy funktsional'no-stoimostnogo analiza.** – M.: Energiya, 1980. – 175 s.
5. **Spravochnik** po funktsional'no-stoimostnomu analizu. – M.: Finansy i statistika, 1988. – 431 s.
6. **Odrin V.M.** Metody morfologicheskogo analiza tekhnicheskikh sistem. – M.: VNIPI, 1989. – 310 s.
7. **Tsvirkun A.D.** Osnovy sinteza struktury slozhnykh sistem. – M.: Nauka, 1982. – 200 s.
8. **Milaev P.P.** Otsenka urovnya konkurentosposobnosti tekhniki dlya zem-ledeliya: metod. rekom. – Novosibirsk, 2000. – 56 s.
9. **Dokin B.D., Elkin O.V.** Tekhnologicheskaya i tekhnicheskaya modernizatsiya rastenievodstva Sibiri. // Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabaty-vayushchikh predpriyatii. – 2015. – № 1 – S. 18–22.
10. **Ivanov N.M., Chepurin G.E.** Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie agrar-nogo kompleksa Sibiri // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2014. – № 5. – S. 93–101.
11. **Nazarov N.N.** Tekhnologicheskaya skhema tekhnicheskogo sredstva dlya vne-seniya v pochvu suspensii bakterial'nykh preparatov // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2010. – № 2. – S. 76–83.
12. **Litvak B.G.** Ekspertnaya informatsiya. Metody polucheniya i analiza. – M.: Radio i svyaz', 1982. – 184 s.

## APPROACHES TO SUBSTANTIATING TECHNOLOGICAL SCHEMES OF SPRAYERS FOR PROTECTING GRAIN CROPS

**N.N. NAZAROV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher,**

**N.S. YAKOVLEV, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS*

*Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia*

*e-mail: yakovlev-46@inbox.ru*

Results are given from studies on substantiating technological schemes of engineering tools with forced precipitation of sprayed drug on the underlying surface to protect grain crops from pests, diseases and weeds. Variants of technological schemes of engineering tools developed should be formed and evaluated based on combined function-and-structure approach using the methods of value analysis. This analysis includes

determining a number of functions of the future product, building its functional model, searching and forming decision variants as to functions, building a structural model of the product, building its structure-and-function model, evaluating variants and choosing tools (technical solutions) and promising technological schemes. By the method of expert evaluations using comprehensive indicators and their numerical values of weighting factors, the promising technological scheme of the sprayer with forced precipitation of sprayed drug on the underlying surface has been substantiated. When carrying out protection activities, the hydraulic fluid can efficiently be precipitated by the inertial-gravitational method. The use of monodisperse spectrum of spraying with forced precipitation of droplets on the objects treated allows increasing the precipitation of these droplets up to 90 percent and more.

**Keywords:** engineering tool, plant protection, hydraulic fluid, sprayer model, technological scheme.

*Поступила в редакцию 27.02.2017*

---



УДК 634.7:621:53.08

## НОВЫЙ ПРИНЦИП ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ПЛОДОВ, ЧЕРЕНКОВ И САЖЕНЦЕВ

**А.Ф. АЛЕЙНИКОВ<sup>1, 2</sup>**, доктор технических наук, главный научный сотрудник,

**В.В. МИНЕЕВ<sup>1</sup>**, старший научный сотрудник,

**О.В. ЕЛКИН<sup>1</sup>**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

<sup>1</sup>Сибирский физико-технический институт аграрных проблем СФНЦА РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет

630073, Россия, Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

e-mail: fti2009@yandex.ru

Показаны недостатки существующих средств геометрических измерений параметров поперечного сечения плодов, штамбов саженцев и укорененных черенков садовых культур в процессах промышленного садоводства. Приведены результаты анализа методов и средств измерений параметров поперечных сечений подобных объектов в мировой практике. Предложены алгоритмы определения геометрических параметров поперечного сечения штамба саженца и черенков при сканировании датчиком расстояний их контуров. На примере эллипса произведена оценка методических погрешностей при замене реальной сложной конфигурации поперечного сечения суммой простых геометрических фигур. Предложенные алгоритмы определения геометрических параметров поперечного сечения штамба саженца при сканировании датчиком расстояний контура поперечного сечения штамба саженца позволили создать бесконтактное средство измерений с низкой погрешностью и достаточно высоким быстродействием. Установлены следующие основные метрологические характеристики: пределы систематической составляющей основной относительной погрешности измерения геометрических параметров поперечного сечения штамба  $\pm 0,5$  %; предел среднеквадратического отклонения случайной составляющей основной относительной погрешности измерения геометрических параметров поперечного сечения штамба 0,06 %. Время одного цикла измерения комплекса геометрических параметров поперечного сечения составило 2 с.

**Ключевые слова:** плод, штамб саженца, поперечное сечение, размеры, площадь, длина контура, индекс формы, измерение.

При выполнении селекционных, научно-исследовательских и агротехнических работ в процессе промышленного возделывания садовых культур широкое распространение для оценки качества и пригодности садовых культур к промышленным технологиям производства получили измерения геометрических (размерных) величин [1–4]. К ним относят поперечное сечение ягод и штамбов посадочного материала (диаметр, площадь, длина контура, индекс формы – отношение максимального и минимального

диаметров). Однако общепринятые, разработанные ведущими отечественными научными учреждениями методики ориентированы в основном на измерения диаметра и индекса формы малопроизводительными измерительными приборами общего назначения – линейками, штангенциркулями и микрометрами, в некоторых случаях при больших объемах партий саженцев допускают оценку органолептическим методом [5, 6]. Наличие измерительного усилия (0,1–1 Н) в приборах вызывает деформацию



тканей ягод и посадочного материала и, следовательно, результаты измерений оказываются заниженными (на 1 мм и более). При контакте измерительных плоскостей микрометров с поверхностью штамбов посадочного материала контролируемых садовых культур, форма которых не является цилиндрической, точки контакта не лежат на контуре контролируемого сечения. Это приводит к завышенным результатам измерений и, как следствие, увеличению вероятности отнесения саженцев высшего сорта к низшему и наоборот – саженцев низшего сорта к высшему. Еще одной проблемой является необходимость выполнения большого количества измерений при оценке качества посадочного материала. Объемы выборок из партии могут исчисляться сотнями, что при использовании механических приборов – физически утомительная процедура из-за необходимости многократного перемещения губок микрометрическим винтом и считывания результата измерения с нониусной шкалы, что ведет к увеличению продолжительности одного измерения до 30 с и более.

Анализ зарубежных источников показал, что измерения плодов и посадочного материала: площади поперечного сечения штамба винограда [7], комплекса геометрических параметров клубней картофеля, моркови, лука и яблок [8–10], формы ягод земляники для автоматической сортировки и упаковки [11] – выполняют в основном бесконтактными оптическими приборами.

Анализ методов и средств измерений геометрических параметров поперечных сечений тел в других областях науки и техники также выявил тенденцию к преимущественному использованию оптических приборов. В работе [12] описан отражательный лазерный сканер, позволяющий измерять изменения формы и площади поперечного сечения биологических образцов в процессе их растяжения или сжатия. Способ, основанный на методе структурного освещения [13], используется для контроля поперечного сечения контактных проводов электросети электропоездов, трамваев, троллейбусов [14].

Данные оптические приборы имеют сложную конструкцию и высокую стоимость. Наибольшего внимания заслуживает прием, заключающийся в определении координат точек на поверхности объекта измерения путем определения расстояний до этих точек относительно какой-либо базы (точки, плоскости) [15–17]. Например, при реализации этого приема требуется выполнение измерений до контрольных точек на контуре поперечного сечения тела от двух базовых точек и соответственно применения двух датчиков расстояний, что усложняет и удорожает устройство [15]. Более практичны технические решения, изложенные в работах [16, 17] и использующие один датчик расстояния за счет операции поворота контролируемого объекта вокруг оси вращения. Однако в названных способах не проводятся алгоритмы определения параметров поперечного сечения по известным координатам точек на контуре сечения. В качестве датчика расстояния могут использоваться современные оптические теневые [18] и лазерные триангуляционные датчики [19], однако теневые датчики применимы только для объектов, имеющих выпуклую форму.

Цель работы – выбрать и обосновать алгоритмы определения размеров, индекса формы, площади и длины контура поперечного сечения поворачивающихся вокруг своей продольной оси плодов и штамбов саженцев садовых культур по данным измерений расстояний до их поверхности лазерным триангуляционным датчиком и экспериментально подтвердить возможность реализации нового принципа измерений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для выбора и обоснования алгоритмов определения геометрических параметров поперечного сечения вращающихся тел по данным измерений расстояний до их поверхности использовали математический аппарат аналитической геометрии. Схема получения исходных данных показана на рисунке.

Последовательно поворачивая контролируемое сечение  $I$  вокруг точки  $O$  на заданные равные углы  $\Delta\varphi_n$ , размеры которых

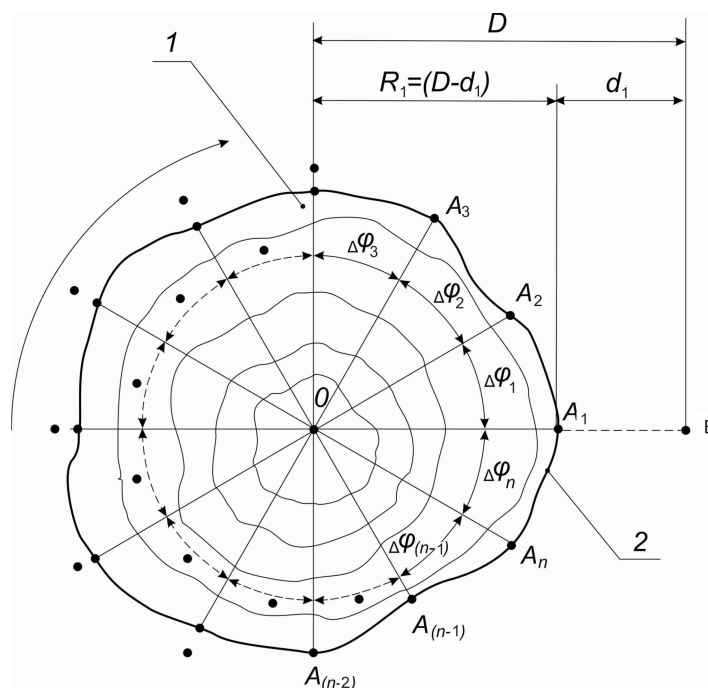


Схема получения исходных данных для выбора и обоснования алгоритмов определения геометрических параметров поперечного сечения штамба:

1 – поперечное сечение штамба саженца; 2 – контур поперечного сечения штамба саженца;  $A_1-A_n$  – контрольные точки; Б – базовая точка датчика расстояний; О – точка пересечения оси вращения с плоскостью поперечного сечения штамба саженца;  $d_1-d_n$  – расстояния до контрольных точек  $A_1-A_n$ , измеренные датчиком;  $D$  – фиксированная дистанция от базовой точки датчика расстояний Б до оси вращения поперечного сечения штамба саженца;  $\Delta\varphi_1-\Delta\varphi_n$  – угловые интервалы дискретного поворота поперечного сечения штамба саженца

выбирали так, чтобы частное от деления числа 360 (угол при повороте на один оборот в градусах) на  $\Delta\varphi_n$  (в градусах) было целым числом  $N$ . Получали  $N$  измеренных значений расстояний  $d_n$  от базовой точки Б до контрольных точек  $A_n$  и  $N$  вычисленных длин лучей  $R_n$ , где  $n$  – порядковый номер контрольной точки от 1 до  $N$ .

Полученные значения длин лучей  $R_1-R_n$  и известное значение углового интервала  $\Delta\varphi_n$  достаточны для определения полярных координат контрольных точек  $A_1-A_n$  и, следовательно, площади, длины контура, размеров и индекса формы поперечного сечения.

Для определения площади  $S$  поперечного сечения сложной формы рассматривали следующие варианты его аппроксимации более простыми геометрическими фигурами, площади которых могут быть вычислены по известным формулам аналитической геометрии:

1) суммой  $N$  площадей  $S_1-S_n$  секторов круга, радиусы которых равны соответственно средним арифметическим значениям длин двух соседних лучей  $R_n$  и  $R_{n+1}$ , а центральные углы равны  $\Delta\varphi$ ;

2) суммой  $N$  площадей  $S_1-S_n$  секторов круга, радиусы которых равны соответственно длинам лучей  $R_1-R_n$ , а центральные углы равны  $\Delta\varphi$ ;

3) суммой  $N$  площадей  $S_1-S_n$  равнобедренных треугольников, бедра которых равны соответственно средним арифметическим значениям длин двух соседних лучей  $R_n$  и  $R_{n+1}$ , а углы между бедрами равны  $\Delta\varphi$ ;

4) суммой  $N$  площадей  $S_1-S_n$  треугольников, боковые стороны которых равны соответственно длинам двух соседних лучей  $R_n$  и  $R_{n+1}$ , а углы между боковыми сторонами равны  $\Delta\varphi$ ,

5) площадью круга, определяемой как среднее арифметическое значение  $N$  площа-

дей  $S_1-S_n$  кругов, радиусы которых равны соответственно длинам лучей  $R_1-R_n$ .

Для определения длины контура  $L$  поперечного сечения сложной формы рассматривали следующие варианты его аппроксимации более простыми геометрическими фигурами, длины которых могут быть вычислены по известным формулам аналитической геометрии:

1) суммой  $N$  длин дуг  $L_1-L_n$  секторов круга, радиусы которых равны соответственно средним арифметическим значениям длин двух соседних лучей  $R_n$  и  $R_{n+1}$ , а центральные углы равны  $\Delta\varphi$ ;

2) суммой  $N$  длин дуг  $L_1-L_n$  секторов круга, радиусы которых равны соответственно длинам лучей  $R_1-R_n$ , а центральные углы равны  $\Delta\varphi$ ;

3) суммой  $N$  длин оснований  $L_1-L_n$  равнобедренных треугольников, бедра которых равны соответственно средним арифметическим значениям длин двух соседних лучей  $R_n$  и  $R_{n+1}$ , а углы между бедрами равны  $\Delta\varphi$ ;

4) суммой  $N$  длин оснований  $L_1-L_n$  треугольников, боковые стороны которых равны соответственно длинам двух соседних лучей  $R_n$  и  $R_{n+1}$ , а углы между боковыми сторонами равны  $\Delta\varphi$ ;

5) суммой  $N$  длин оснований  $L_1-L_n$  равнобедренных треугольников, бедра которых равны соответственно длинам лучей  $R_1-R_n$ , а углы между бедрами равны  $\Delta\varphi$ ;

6) длиной окружности круга, определяемой как среднее арифметическое значение  $N$  длин окружностей  $L_1-L_n$  кругов, радиусы которых равны соответственно длинам лучей  $R_1-R_n$ .

Для выбора наилучшего варианта аппроксимации по каждому варианту производили расчеты методических погрешностей, возникающих из-за замены реальной площади и длины контура поперечного сечения. Для расчетов использовали программу MathCad. В качестве реальной формы поперечного сечения использовали эллипс с соотношением большой и малой полуосей 5 : 1 и с центром, совпадающим с осью вращения сечения. Действительное значение площади эллипса рассчитывалось по формуле

$$S_{\text{эл}} = \pi ab, \quad (1)$$

где  $a$  и  $b$  – большая и малая полуоси эллипса соответственно.

Длины лучей  $R_n$  рассчитывали по формуле (2), полученной подстановкой прямоугольных координат точки пересечения луча  $R_n$  с эллипсом в его уравнение

$$R_n = \frac{ab}{\sqrt{b^2 \cos^2(n-1)\Delta\varphi + a^2 \sin^2(n-1)\Delta\varphi}}, \quad (2)$$

где  $n$  – порядковый номер луча (от 1 до  $N$ ).

Действительное значение длины контура эллипса  $L_{\text{эд}}$  рассчитывали по формуле

$$L_{\text{эд}} = \pi[3(a+b) - \sqrt{(3a+b)(a+3b)}]. \quad (3)$$

Методические погрешности определяли путем сравнения действительных значений площади и длины контура эллипса и значений, рассчитанных по вариантам аппроксимации, изложенным выше.

Длины прямых линий между контрольными точками, необходимые для вычисления индекса формы, определяли по теореме Пифагора как гипотенузы прямоугольных треугольников, катеты которых равны расстояниям между проекциями контрольных точек на оси абсцисс и ординат.

Для практической проверки алгоритмов определения геометрических параметров поперечного сечения был разработан экспериментальный образец устройства. Он состоял из микропроцессорного измерительно-вычислительного блока на основе микроконтроллера PIC16F876A; лазерного датчика расстояний LS5-20/15; шагового двигателя PL42H34-D5 с механизмом крепления саженица, установленных на горизонтальной платформе; драйвера управления PLD230 шаговым двигателем и персонального компьютера IBMPC. Все структурные единицы, кроме шагового двигателя, программно-управляемые. Основные технические характеристики лазерного триангуляционного датчика LS5-20/15 производства НПП «Призма» (Россия): диапазон измерений 15 мм; ближняя граница диапазона измерений 20 мм; погрешность измерений не более  $\pm 0,02$  мм; частота измерений 1000 Гц; напряжение питания от 12 до 36 В постоянного тока; потребляемая мощность не более 1 Вт; габаритные размеры  $84 \times 34 \times 20$  мм.

Таблица 1

**Методическая погрешность вычисления площади эллипса**

| Вариант аппроксимации        | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Погрешность аппроксимации, % | Минус 1,91 | Минус 0,14 | Минус 2,38 | Минус 4,91 | Минус 2,36 |

Характеристики погрешности экспериментального образца устройства определяли методами теории вероятностей и математической статистики [20–23]. Для определения характеристик погрешности изготовлены физические модели штамбов садовых культур в виде металлических цилиндров и шестигранников. Действительные значения диаметров физических моделей определяли путем десятикратных измерений цифровым штангенциркулем ШЦЦ-1 повышенной точности (пределы основной абсолютной погрешности  $\pm 0,03$  мм) и вычислением среднего значения. Площадь и длину контура физических моделей вычисляли по формулам геометрии. Вычисления осуществляли с помощью программы Excel. Исследования проводили при температуре окружающего воздуха  $20 \pm 5$  °С и относительной влажности воздуха  $40 \pm 5$  %. Параметры климата контролировали следующими средствами измерений: термометром ТМЦЭ-2В № 1599, 2012 г. (диапазон от 0 до + 100 °С, дискретность 0,1 °С, погрешность  $\pm 0,5$  °С); гигрометром ИВА-6А № 642, 2009 г. (диапазон от

0 до 98 %, дискретность 0,1 %, погрешность  $\pm 2$  %).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты расчетов методической погрешности вычисления площади эллипса для пяти вариантов аппроксимации и значений угловых интервалов  $\Delta\varphi_n$ , равных 10° и соответственно их числу за один оборот  $N$ , равному 36, приведены в табл. 1. Наименьшей методической погрешностью обладают варианты аппроксимации 1 и 2, для которых рассчитаны и приведены в табл. 2 методические погрешности в зависимости от значения углового интервала  $\Delta\varphi$ .

Результаты расчетов методической погрешности вычисления длины контура эллипса для шести вариантов аппроксимации и значений угловых интервалов  $\Delta\varphi_n$ , равных 10° и соответственно их числу за один оборот  $N$ , равному 36, приведены в табл. 3.

Наименьшей методической погрешностью обладает вариант аппроксимации 4, для которого рассчитаны и приведены в

Таблица 2

**Зависимость методических погрешностей вариантов аппроксимации 1 и 2  
площади эллипса от углового интервала  $\Delta\varphi$**

| Угловой интервал $\Delta\varphi$ , град. | 1,8        | 3,6        | 5,0        | 10         |
|------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Число измерений за оборот $N$            | 200        | 100        | 72         | 36         |
| Погрешность аппроксимации варианта 1, %  | Минус 0,06 | Минус 0,32 | Минус 0,57 | Минус 1,91 |
| Погрешность аппроксимации варианта 2, %  | 0,01       | 0,02       | 0,07       | 0,14       |

Таблица 3

**Методическая погрешность вычисления длины контура эллипса для шести вариантов аппроксимации**

| Вариант аппроксимации        | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Погрешность аппроксимации, % | Минус 42,6 | Минус 42,6 | Минус 42,6 | Минус 1,25 | Минус 42,6 | Минус 42,6 |

Таблица 4

**Зависимость методической погрешности варианта 4 аппроксимации длины контура эллипса от углового интервала  $\Delta\phi$**

| Угловой интервал $\Delta\phi$ , град.   | 1,8        | 3,6        | 5,0        | 10         |
|-----------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Число измерений за оборот $N$           | 200        | 100        | 72         | 36         |
| Погрешность аппроксимации варианта 4, % | Минус 0,07 | Минус 0,31 | Минус 0,54 | Минус 1,25 |

Таблица 5

**Данные экспериментальных исследований метрологических характеристик экспериментального образца устройства**

| Физическая модель                                                                                 | Цилиндр<br>$D = 5,99$ мм<br>$S = 28,2$ мм <sup>2</sup><br>$L = 18,8$ мм | Цилиндр<br>$D = 11,75$ мм<br>$S = 108,4$ мм <sup>2</sup><br>$L = 36,9$ мм | Цилиндр<br>$D = 17,81$ мм<br>$S = 249,1$ мм <sup>2</sup><br>$L = 55,9$ мм |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Площадь $S$ , мм <sup>2</sup>                                                                     | 28,3                                                                    | 108,4                                                                     | 248,1                                                                     |
| Систематическая составляющая основной относительной погрешности $S$ , %                           | 0,37                                                                    | 0,00                                                                      | -0,41                                                                     |
| Среднеквадратическое отклонение случайной составляющей основной относительной погрешности $S$ , % | 0,06                                                                    | 0,04                                                                      | 0,03                                                                      |
| Длина контура $L$ , мм                                                                            | 18,7                                                                    | 36,9                                                                      | 55,8                                                                      |
| Систематическая составляющая основной относительной погрешности $L$ , %                           | Минус 0,42                                                              | Минус 0,09                                                                | Минус 0,23                                                                |
| Среднеквадратическое отклонение случайной составляющей основной относительной погрешности $L$ , % | 0,03                                                                    | 0,02                                                                      | 0,01                                                                      |

табл. 4 методические погрешности в зависимости от значения углового интервала  $\Delta\phi$ .

Из табл. 2 и 4 следует, что при угловом интервале  $\Delta\phi$ , равном 1,8 град., методической погрешностью можно пренебречь и его нужно принять за основу при разработке устройства.

Данные значений площади  $S$  и длины контура  $L$  поперечного сечения физических моделей диаметром  $D$  и характеристик их погрешностей получены путем измерений, разработанным экспериментальным образцом устройства при числе измерений, равном 40 (табл. 5).

## ВЫВОДЫ

1. Предложенные алгоритмы определения геометрических параметров поперечного сечения штампа саженца при сканировании датчиком расстояний контура поперечного сечения штампа саженца позволили создать бесконтактное средство измерений с

низкой погрешностью и достаточно высоким действием.

2. Установлены следующие основные метрологические характеристики: пределы систематической составляющей основной относительной погрешности измерения геометрических параметров поперечного сечения штампа  $\pm 0,5$  %; предел среднеквадратического отклонения случайной составляющей основной относительной погрешности измерения геометрических параметров поперечного сечения штампа 0,06 %. Время одного цикла измерения комплекса геометрических параметров поперечного сечения составило 2 с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пантелеева Е.И. Облепиха крушиновая. – Барнаул, 2006. – 249 с.
2. Франчук Е.П. Товарные качества плодов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 269 с.



3. **Алейников А.Ф., Минеев В.В.** Измерение механических свойств ягод облепихи и смородины // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 4. – С. 105–111.
4. **Алейников А.Ф., Минеев В.В., Золотарёв В.А., Ёлкин О.В.** Комплекс средств контроля для селекции, сортоизучения и промышленного производства облепихи // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 6. – С. 75–81.
5. **Программа** и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехо-плодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
6. **ГОСТ Р 53135–2008.** Посадочный материал плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных, цитрусовых культур и чая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2009. – 42 с.
7. **Myburgh P.A., Coetzee F.** Apparatus for non-destructive measurement of grapevine trunk area // S. Afr. J. Plant and Soil. – 2004. – Vol. 21, N 1. – P. 67–69.
8. **Herold B., Truppel I., Jacobs A., Geyer M.** Stosdetektor zum Implantieren in empfindliche Früchte // Landtechnik. – 2005. – Vol. 60, N 4. – P. 208–209.
9. **Moreda G.P., Ortiz-Canavate J., Garcia-Ramos F.J., Ruiz-Altisent M.** Non-destructive technologies for fruit and vegetable size determination – a review // Journal of Food Engineering. – 2009. – Vol. 92, N 2. – P. 119–136.
10. **Moreda G.P., Mucoz M.A., Ruiz-Altisent M., Perdignes A.** Shape determination of horticultural produce using two-dimensional computer vision – a review // J. of Food Engineering. – 2012. – Vol. 108, N 2. – P. 245–261.
11. **Imou K., Kaizu Y., Morita M., Yokoyama S.** Three-Dimensional Shape Measurement of Strawberries by Volume Intersection Method // Transaction of ASABE. – Amer. soc. of agriculture and biol. engineering. – 2006. – Vol. 49, N 2. – P. 449–456.
12. **Vergari C.** A linear laser scanner to measure cross-sectional shape and area of biological specimens during mechanical testing // Trans. ASME. J. Biomech. Engineering. – 2010. – Vol. 132, N 10. – P. 30–36.
13. **Skotheim O., Couweleeris F.** Structured light projection for accurate 3D shape determination // Proc. 12th Intern. Conf. on Experimental Mechanics (ICEM 12). – 2004, Bari, Italy. – McGraw-Hill.
14. **Каликин В.Э., Базин В.С., Верхогляд А.Г.** Автоматизированная оптико-электронная система измерения износа контактного провода // Оптико-информационные измерения и лазерные технологии и системы: сб. изд. трудов КТИ НП СО РАН. – Новосибирск: Гео, 2012. – С. 161–170.
15. **Пат. № 2551264**, МПК G01B 11/08 (Российская Федерация). Способ определения геометрических параметров сечения тела и устройство для его осуществления / В.В. Минеев, В.А. Золотарев, А.Ф. Алейников, В.Б. Морозов. – Заявка № 2013144512/28; заявл. 03.10.2013; опубл. 20.05.2015; Бюл. № 14.
16. **А.с. № 1413413**, МПК G01B 11/03 (СССР). Способ измерения координат точек объекта относительно центра его вращения / В.Ш. Магдеев. – Заявка № 4009448/24-28; заявл. 28.01.1986; опубл. 30.07.1988; Бюл. № 28.
17. **Пат. № 2251382**, МПК A41H 1/02, G01B 9/00 (Российская Федерация). Устройство для бесконтактного снятия проекционных размеров объекта / И.А. Петросова, Е.Б. Коблякова. – Заявка № 2004109562/12; заявл. 31.03.2004; опубл. 10.05.2005; Бюл. № 13.
18. **Weckenmann A., Nalbantic K.** Measurement of conformity and wear of cutting tool inserts // Proc. SPIE. – 2002. – Vol. 4900. – P. 541–547.
19. **Lysenko O.** Triangulyatsionnye datchiki rasstoyaniya // Elektronnye komponenty. – 2005. – № 11. – S. 111–115.
20. **ГОСТ 8.508–84** ГСИ. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации. Общие методы оценки и контроля. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 53 с.
21. **ГОСТ 8.207–76** ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 7 с.
22. **МИ 2083–90** ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 7 с.
23. **ГОСТ 8.009–84** ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 23 с.

## REFERENCES

1. **Panteleeva E.I.** Oblepikha krushinovaya. – Barnaul, 2006. – 249 s.
2. **Franchuk E.P.** Tovarnye kachestva plodov. – M.: Agropromizdat, 1986. – 269 s.

3. **Alenikov A.F., Mineev V.V.** Izmerenie mekhanicheskikh svoystv yagod oblepikhi i smorodiny // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2016. – № 4. – S. 105–111.
4. **Alenikov A.F., Mineev V.V., Zolotarev V.A., Elkin O.V.** Kompleks sredstv kontrolya dlya selektsii, sortoizucheniya i promyshlennogo proizvodstva oblepikhi // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2016. – № 6. – S. 75–81.
5. **Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekho-plodnykh kul'tur / pod obshch. red. E.N. Sedova i T.P. Ogol'tsovoi.** – Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999. – 608 s.
6. **GOST R 53135–2008.** Posadochnyy material plodovykh, yagodnykh, sub-tropicheskikh, orekhoplodnykh, tsitrusovykh kul'tur i chaya. Tekhnicheskie usloviya. – M.: Standartinform, 2009. – 42 s.
7. **Myburgh P.A., Coetzee F.** Apparatus for non-destructive measurement of grapevine trunk area // S. Afr. J. Plant and Soil. – 2004. – Vol. 21, N 1. – P. 67–69.
8. **Herold B., Truppel I., Jacobs A., Geyer M.** Stosdetektor zum Implantieren in empfindliche Fruchte // Landtechnik. – 2005. – Vol. 60, N 4. – P. 208–209.
9. **Moreda G.P., Ortiz-Canavate J., Garcia-Ramos F.J., Ruiz-Altisent M.** Non-destructive technologies for fruit and vegetable size determination – a review // Journal of Food Engineering. – 2009. – Vol. 92, N 2. – P. 119–136.
10. **Moreda G.P., Mucoz M.A., Ruiz-Altisent M., Perdigones A.** Shape determination of horticultural produce using two-dimensional computer vision – a review // J. of Food Engineering. – 2012. – Vol. 108, N 2. – P. 245–261.
11. **Imou K., Kaizu Y., Morita M., Yokoyama S.** Three-Dimensional Shape Measurement of Strawberries by Volume Intersection Method // Transaction of ASABE. – Amer. soc. of agriculture and biol. engineering. – 2006. – Vol. 49, N 2. – P. 449–456.
12. **Vergari C.** A linear laser scanner to measure cross-sectional shape and area of biological specimens during mechanical testing // Trans. ASME. J. Biomech. Engineering. – 2010. – Vol. 132, N 10. – P. 30–36.
13. **Skotheim O., Couweleeris F.** Structured light projection for accurate 3D shape determination // Proc. 12th Intern. Conf. on Experimental Mechanics (ICEM 12). – 2004, Bari, Italy. – McGraw-Hill.
14. **Kalikin V.E., Bazin V.S., Verkhoglyad A.G.** Avtomatizirovannaya optiko-elektronnaya sistema izmereniya iznosa kontaktnogo provoda // Optiko-informatsionnye izmeritel'nye i lazernye tekhnologii i sistemy: sb. izb. trudov KTI NP SO RAN. – Novosibirsk: Geo, 2012. – S. 161–170.
15. **Pat. № 2551264, MPK G01B 11/08 (Rossiiskaya Federatsiya).** Sposob opredeleniya geometricheskikh parametrov secheniya tela i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / V.V. Mineev, V.A. Zolotarev, A.F. Alenikov, V.B. Morozov. – Zayavka № 2013144512/28; zayavl. 03.10.2013; opubl. 20.05.2015; Byul. № 14.
16. **A.s. № 1413413, MPK G01B 11/03 (SSSR).** Sposob izmereniya koordinat toчек ob"ekta otnositel'no tsentra ego vrashcheniya / V.Sh. Magdeev. – Zayavka № 4009448/24-28; zayavl. 28.01.1986; opubl. 30.07.1988; Byul. № 28.
17. **Pat. RF № 2251382, MPK A41H 1/02, G01B 9/00 (Rossiiskaya Federatsiya).** Ustroystvo dlya beskontaktnogo snyatiya proektsionnykh razmerov ob"ekta / I.A. Petrosova, E. B. Koblyakova. – Zayavka № 2004109562/12; zayavl. 31.03.2004; opubl. 10.05.2005; Byul. № 13.
18. **Weckenmann A., Nalbantic K.** Measurement of conformity and wear of cutting tool inserts // Proc. SPIE. – 2002. – Vol. 4900. – P. 541–547.
19. **Lysenko O.** Triangulyatsionnye datchiki rastoyaniya // Elektronnnye komponenty. – 2005. – № 11. – S. 111–115.
20. **GOST 8.508–84 GSI.** Metrologicheskie kharakteristiki sredstv izmerenii i tochnostnye kharakteristiki sredstv avtomatizatsii. Obshchie metody otsenki i kontrolya. – M.: Izd-vo standartov, 1984. – 53 s.
21. **GOST 8.207–76 GSI.** Pryamyie izmereniya s mnogokratnymi nablyudenyami. Metody obrabotki rezul'tatov nablyudeniya. – M.: Izd-vo standartov, 2001. – 7 s.
22. **MI 2083–90 GSI.** Izmereniya kosvennyie. Opredelenie rezul'tatov izmerenii i otsenivanie ikh pogreshnostei. – M.: Izd-vo standartov, 1991. – 7 s.
23. **GOST 8.009–84 GSI.** Normiruemye metrologicheskie kharakteristiki sredstv izmerenii. – M.: Izd-vo standartov, 1986. – 23 s.

## A NEW PRINCIPLE FOR MEASURING GEOMETRICAL PARAMETERS OF FRUITS, CUTTINGS AND NURSLINGS

**A.F. ALEYNIKOV<sup>1,2</sup>, Doctor of Science in Engineering, Head Researcher,**

**V.V. MINEYEV<sup>1</sup>, Senior Researcher,**

**O.V. ELKIN<sup>1</sup>, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher**

*<sup>1</sup>Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems, SFSCA RAS*

*Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia*

*<sup>2</sup>Novosibirsk State Technical University*

*20, Karl Marx Ave, Novosibirsk, 630073, Russia*

*e-mail: fti2009@yandex.ru*

There are shown shortcomings of the existing means for measuring geometrical parameters of transverse cross-sections of fruits, tree-shaped nurslings, and rooted cuttings of horticultural crops in the commercial horticulture processes. Results are given from an analysis of methods and means for measuring parameters of traverse cross-sections of such objects used throughout the world. There are suggested algorithms to determine geometrical parameters of transverse cross-sections of tree-shaped nurslings and cuttings by scanning their contours with a distance sensor. By way of example of an ellipse was carried out an estimation of method errors, while replacing the actual complex configuration of a cross-section by the sum of simple geometrical figures. The suggested algorithms for determining geometrical parameters of the transverse cross-section of a tree-shaped nursling by scanning its contour with a distance sensor make it possible to develop a contact-free measurement means with low inaccuracy and rather high performance. There were set the following metrological characteristics: limits of systematic component of basic relative error of measuring geometrical parameters of the transverse cross-section of a tree-shaped nursling of  $\pm 0.5\%$ ; limit of mean-square deviation of random component of basic relative error of measuring geometrical parameters of the transverse cross-section of a tree-shaped nursling of 0.06%. The measurement cycle time made up 2 s.

**Keywords:** fruit, tree-shaped nursling, traverse cross-section, dimensions, square, contour length, index of form, measurement.

*Поступила в редакцию 31.06.2017*

ПЕРЕРАБОТКА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

---

---

УДК 636.294:637

**НОВЫЕ ПРОДУКТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ  
НА ОСНОВЕ ПРОДУКЦИИ МАРАЛОВОДСТВА**

**В.Г. ЛУНИЦЫН, доктор ветеринарных наук, директор,  
А.А. НЕПРИЯТЕЛЬ, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт пантового оленеводства»  
656031, Россия, Алтайский край, Барнаул, ул. Шевченко, 160  
e-mail: wniipo@rambler.ru*

Представлены результаты серии экспериментов по изготовлению на основе соков плодово-ягодных культур новых продуктов функционального питания, полученных путем многочасового ферментного гидролиза сырья маралов в поле ультразвука. В опытах были использованы предварительно измельченные репродуктивные органы самцов, сухожилия, матки с эмбрионами, хвосты и шкура маралов в нативном виде. Для гидролиза апробировали отечественные образцы соковой продукции плодово-ягодных культур, произрастающих на территории Сибири (облепиховый сок, нектар вишневый, яблочный, яблочно-черносмородиновый). Гидролиз сырья маралов осуществляли по ранее запатентованной технологии, используя вместо дистиллированной воды анализируемые соки (нектары). Использование соковой продукции повышает выход растворимых сухих веществ в гидролизат в среднем на 10–12 %. Независимо от вида соковой продукции данный показатель составил: из репродуктивных органов самцов 51 %, сухожилий 72, хвостов 92, маток с эмбрионами 76, шкуры 98 %. Определено, что использование облепихового сока повышает концентрацию жира в гидролизате (независимо от вида сырья) на 3,5–4 % ( $p < 0,05$ ), облепихового сока и яблочно-черносмородинового нектара на 3,5–5,4 % ( $p < 0,05$ ) по сумме минеральных веществ. В составе всех гидролизатов с соками, в отличие от контрольных проб, выявлено наличие сахаров от 3,5 до 10 %, органических кислот 0,5–1,2 %, аскорбиновой кислоты 2,0–13 мг%. В ходе серии экспериментов по созданию нового продукта были улучшены его потребительские качества (цвет, вкус, запах) путем корректировки органолептических свойств гидролизатов сахарным сиропом (1–12 %), жженым сахаром (1–9), фруктовой эссенцией (0,2–0,9 %). Микробиологические и токсикологические показатели готового продукта соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

**Ключевые слова:** продукция мараловодства, сок, гидролизат, органолептические свойства, биохимический состав.

Сырье маралов, обладая высокими биохимическими и биологическими свойствами, можно рассматривать в качестве основы в составе различных продуктов функционального питания, лечебно-профилактических или косметических средств [1–4]. В настоящее время разработана и запатентована технология многочасового ферментного гидролиза продукции мараловодства, позво-

ляющая получать до 90 % растворимых сухих веществ нативного сырья. Полученные гидролизаты никогда не рассматривали в качестве самостоятельной единицы, а включали в состав вновь создаваемых продуктов в виде добавок (не более 20 %) [5–7]. Для экстракции или гидролиза сырья маралов традиционно используют дистиллированную воду или водный раствор этилового спирта [8–10].

Сок – важный продукт питания человека, содержащий большое количество физиологически активных веществ – витаминов, микро- и макроэлементов, полифенолов и ряда других, необходимых для его нормальной жизнедеятельности [10]. На территории Сибири одними из основных плодово-ягодных культур, из которых изготавливают соки и нектары, являются яблоня, вишня, смородина, облепиха [11–13].

В доступной нам литературе практически отсутствует информация по обогащению гидролизатов (экстрактов) из сырья маралов соками или нектарами. Возможность создания полноценного продукта на основе сырья маралов с добавлением соков из плодово-ягодных культур до сих пор не рассматривалась.

Цель исследования – разработать новые продукты функционального питания на основе продукции мараловодства в сочетании с соками из плодово-ягодных культур.

#### **МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Во время убоя маралов в ФГУП «Новоталицкое» (Алтайский край) отбирали побочное сырье: репродуктивные органы самцов, хвосты, сухожилия, матки с эмбрионами и околоплодной жидкостью, шкуру. Всю продукцию измельчали на мясорубке МИМ–300. Шкуру предварительно обезволаживали.

В экспериментах использовали сок облепиховый (изготовитель ООО «АЛСУ», ТУ 9163-038-55994128–2011), нектары вишневый, яблочный, яблочно-черносмородиновый (изготовитель ООО ПК «Дядя Том», ГОСТ 32104–2013). Все образцы приобретали в торговой сети Барнаула.

Исследования проводили в лаборатории переработки и сертификации продукции пантового оленеводства во Всероссийском научно-исследовательском институте пантового оленеводства. Биохимические исследования проводили в Центральной научно-производственной ветеринарной радиологической лаборатории (Барнаул) по общепри-

нятым методикам. Органолептическую оценку опытных образцов и готовых продуктов (цвет, вкус, запах, консистенция) осуществляли по ГОСТ 6687.5–86 «Продукция безалкогольной промышленности» [14].

Измельченную побочную продукцию смешивали с соками (нектарами). Полученные субстраты подвергали многочасовому ферментному гидролизу в поле ультразвука по аналогии с ранее запатентованной технологией ( $n = 98$ ) [14]. В процессе гидролиза каждый час проводили органолептическую оценку субстратов. В конце опытов по количеству оставшегося жмыха определяли выход сухих веществ в гидролизат в процентах. Контрольные образцы гидролизатов готовили с дистиллированной водой ( $n = 25$ ) [15].

Полученные данные подвергали стандартной статистической обработке с помощью программы Microsoft Excel [16].

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Установлено, что выход растворимых сухих веществ вследствие многочасового гидролиза побочного сырья с соковой продукцией по сравнению с контрольными пробами (дистиллированная вода) увеличился в среднем на 10–12 % и составил из репродуктивных органов самцов 51 %, сухожилий 72, хвостов 92, маток с эмбрионами 76, шкуры 98 %. В состав полученных продуктов входит не менее 50,0 % сухих веществ побочного сырья маралов, биологическая активность которого доказана ранее многочисленными исследованиями различных авторов (в том числе авторов статьи). Поэтому можно утверждать о функциональности полученных продуктов. Опытные продукты представляют собой суспензию, состоящую из соковой продукции плодово-ягодных культур и гидролизованых из сырья маралов растворимых сухих веществ.

Рост выхода растворимых сухих веществ произошел за счет обогащения гидролизата сухими веществами анализируемых соков, при этом степень растворимости концентратов (высушенные гидролизаты до влажности



12 %) не изменялась и оставалась на уровне 96–98 %.

Как показала серия экспериментов, репродуктивные органы самцов, хвосты и шкура маралов из анализируемого сырья оказывают максимально сильное воздействие на цвет сока. Нектар вишни и яблочно-черносмородиновый в результате гидролиза данного сырья изменили цвет с вишневого до грязно-розового (шкура, репродуктивные органы самцов) и светло-коричневого цвета с розоватым оттенком (хвост). Яблочный нектар также в процессе гидролиза поменял свой цвет со светло-коричневого до темно-коричневого (независимо от вида сырья). Сок облепихи в меньшей степени подвержен влиянию вида сырья на цвет, меняясь с оранжевого до темно-оранжевого. Сухожилия и матки с эмбрионами практически не оказывали воздействия на цвет соков, а отмеченное осветление цвета вызвано действием ультразвука и комплекса ферментов.

Контрольные пробы из шкуры имели светло-черный цвет, из репродуктивных органов самцов – темно-серый, из хвостов и эмбрионов – светло-коричневый и только образцы из сухожилий имели оптимальный потребительский цвет – соломенный.

Соковая продукция в нативном виде была прозрачной и без взвеси (исключение составлял сок облепихи). В ходе гидролиза в

конечной субстанции отмечена взвесь, которая при взбалтывании равномерно распределялась и по истечении 15–20 мин вновь оседала вниз. У гидролизатов, полученных с дистиллированной водой, наблюдали аналогичную картину.

Вкус и запах вишневого, яблочного и яблочно-черносмородинового нектаров в процессе гидролиза сырья маралов с каждым часом становились слабее, при этом начинали доминировать запах и вкус гидролизованного сырья. Сок облепихи оказался более стабильным и в процессе гидролиза анализируемого сырья приобрел лишь небольшой его привкус. Контрольные биосубстанции имели специфический вкус и запах сырья, подвергнувшегося ферментативному гидролизу.

Получив гидролизаты на основе испытуемого сырья маралов с различной соковой продукцией и контрольные образцы (дистиллированная вода), провели их биохимическое исследование. В табл. 1 представлены результаты исследований контрольных проб.

Сравнительный биохимический анализ контрольных гидролизатов установил, что пробы, полученные на основе хвостов, примерно в 2,5–8,0 раза преобладали по концентрации жира, на основе хвостов и шкуры на 33,3 % по уровню золы, на основе хвостов, маток с эмбрионами и шкуры на 26,5–48,11 %

Таблица 1

Биохимический состав гидролизатов с дистиллированной водой ( $n = 5$ )

| Показатель                        | Гидролизаты из сырья маралов     |                    |                  |                                                        |                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
|                                   | репродуктивных<br>органов самцов | хвостов            | сухожилий        | маток с эм-<br>брионами и<br>околоплодной<br>жидкостью | шкуры            |
| Массовая доля, %:                 |                                  |                    |                  |                                                        |                  |
| влаги                             | $98,2 \pm 0,5$                   | $98,5 \pm 0,5$     | $99,4 \pm 0,5$   | $99,1 \pm 0,5$                                         | $98,9 \pm 0,4$   |
| белка                             | $7,4 \pm 0,3$                    | $7,8 \pm 0,4$      | $8,1 \pm 0,3$    | $8,7 \pm 0,5$                                          | $8,5 \pm 0,5$    |
| жира                              | $0,01 \pm 0,002$                 | $0,08 \pm 0,003^*$ | $0,03 \pm 0,003$ | $0,02 \pm 0,002$                                       | $0,01 \pm 0,004$ |
| золы                              | $0,6 \pm 0,03$                   | $0,9 \pm 0,02^*$   | $0,6 \pm 0,03$   | $0,6 \pm 0,04$                                         | $0,9 \pm 0,02^*$ |
| Сумма аминокислот, %              | $7,2 \pm 0,3$                    | $10,1 \pm 0,3^*$   | $5,5 \pm 0,2$    | $10,6 \pm 0,4^*$                                       | $9,8 \pm 0,4^*$  |
| Сумма минеральных<br>веществ, г/л | $1,4 \pm 0,2$                    | $2,1 \pm 0,3$      | $1,6 \pm 0,2$    | $1,4 \pm 0,3$                                          | $2,0 \pm 0,4$    |

\*  $p < 0,05$ .

Таблица 2

## Микробиологические показатели анализируемых продуктов

| Показатель                                                   | Опытные продукты<br>(n=20) | Допустимые уровни согласно<br>ТР ТС 021/2011 (Приложение 1, Приложение 2, п.1.7) |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| КМАФАнМ, КОЕ/г (см <sup>3</sup> )                            | $3 \times 10^2$            | $5 \times 10^4$                                                                  |
| БГКП (колиформы) в 1,0 г (см <sup>3</sup> )                  | Не обнаружено              | Не допускаются                                                                   |
| Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г                   | »                          | »                                                                                |
| Дрожжи и плесени (в сумме) КОЕ/10 см <sup>3</sup> , не более | »                          | »                                                                                |

по содержанию аминокислот, что взаимосвязано с видом перерабатываемого сырья.

Биохимические исследования гидролизатов с соками не выявили достоверных различий от контрольных проб по концентрации белков и суммы аминокислот, при этом у всех гидролизатов, произведенных с облепиховым соком, выявлено увеличение концентрации жира на 3,5–4,0 % ( $p < 0,05$ ), у гидролизатов с облепиховым соком и яблочно-черносмородиновым нектаром на 3,5–5,4 % ( $p < 0,05$ ) выросла сумма минеральных веществ. У всех гидролизатов с соками, в отличие от контрольных проб, в составе выявили наличие сахаров от 3,5 до 10 %, органических кислот – 0,5–1,2 %, аскорбиновой кислоты – 2–13 мг%.

Определив, что полученные гидролизаты превосходят контрольные образцы и могут рассматриваться как самостоятельные продукты функционального питания, провели комиссионную оценку потребительских свойств анализируемых биосубстанций (вкус, цвет, запах).

В ходе серии экспериментов по улучшению потребительских качеств разработали оптимальную рецептуру готовых продуктов, где в зависимости от вида гидролизата на основе сырья маралов и соковой продукции из плодово-ягодных культур добавили 1–12 % сахарного сиропа, 1–9 – жженого сахара, 0,2–0,9 % фруктовой эссенции (соответствующей соку). В контрольных пробах для корректировки органолептических свойств потребовалось в 1,4–2,3 раза больше описанных выше ингредиентов, а также использовали 1,5–2,0 % аскорбиновой кислоты.

Установлено, что по микробиологическим показателям и содержанию токсичных

элементов готовые продукты соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (табл. 2).

Проведенные исследования позволяют расширить спектр использования сырья маралов, создав новые продукты функционального питания, дополнив богатый спектр биологически активных веществ продукции мараловодства насыщенным биохимическим составом соков (нектаров), произведенных из сырья плодово-ягодных культур, произрастающих на территории Сибири.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате серии экспериментов разработаны продукты функционального питания на основе продукции мараловодства (репродуктивных органов самцов, маток с эмбрионами, хвостов, сухожилий, шкур) в сочетании с соками из плодово-ягодных культур (сок облепиховый, нектары вишневый, яблочный, яблочно-черносмородиновый), произрастающих на территории Сибири. Полученные продукты обладают высокими биохимическими показателями и вкусовыми свойствами, соответствующими требованиям ТР ТС 021/2011.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луницын В.Г., Луницына Ю.В. Второстепенная продукция пантового оленеводства в оздоровительной практике // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: сб. науч. тр. – Барнаул: Азбука, 2013. – Т. 7. – С. 51–57.
2. Луницын В.Г., Неприятель А.А., Белозерских И.С. Сравнительный анализ биохимического состава пантов и второстепенной продукции

- пантового оленеводства с концентратами, изготовленными из них // Вестник АГАУ. – 2016. – № 3. – С. 122–126.
3. Луницын В.Г., Неприятель А.А. Безотходная технология переработки продукции пантового оленеводства // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 5. – С. 83–91.
  4. Неприятель А.А., Луницын В.Г. Продукты функционального питания на основе продукции маралов и меда // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения: Сб. научных трудов ФГБНУ ВНИИПО. – Барнаул: АЗБУКА, 2016. – Т. 9. – С. 161–165.
  5. Луницын В.Г., Неприятель А.А., Белозерских И.С. Новые подходы в переработке и использовании продукции мараловодства // Вестн. РАСХН – 2015. – № 5. – С. 66–70.
  6. Луницын В.Г., Неприятель А.А., Белозерских И.С. Новые комплексные препараты на основе крови марала и биосубстанций из второстепенной продукции // Вестн. АГАУ. – 2016. – № 5. – С. 135–138.
  7. Луницын В.Г., Неприятель А.А. Современные способы переработки продукции мараловодства // Рекомендации. – Барнаул, 2015. – 25 с.
  8. Луницын В.Г., Гришаева И.Н., Шалина М.Н., Рябцев С.В. Влияние технологии получения биосубстанций на биохимический состав // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 7–8. – С. 93–101.
  9. Луницын В.Г., Огнёв С.И. Биосубстанции из продукции мараловодства, их биохимический состав и технология получения // The 5<sup>th</sup> World deer congress Proceedings Changchun. – China, 2010. – P. 200–208.
  10. Ермолаева Г.А. Сырье для сокосодержащих напитков // Пиво и напитки. – 2003. – № 6. – С. 26–65.
  11. Кирина И.Б., Иванова И.А., Самигуллина Н.С. Лечебное садоводство: Учеб. пособ./ Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2014. – 182 с.
  12. Причко Т.Г., Чалая Л.Д. Качественные показатели натуральности плодов и соков из вишни // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 6. – С. 23–26.
  13. Зюзина А.В., Макарова Н.В. Напитки на основе яблочного сока // Изв. вузов. Пищевая технология – 2009. – № 4. – С. 5–7.
  14. ГОСТ 6687.5–86 Продукция безалкогольной промышленности // Методы определения органолептических показателей и объема продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 7 с.
  15. Луницын В.Г., Неприятель А.А., Белозерских И.С. Способ получения биологически активных экстрактов из продукции пантового оленеводства. № 2601908 Российская Федерация, А61К 35/12, А61К 35/34, А61К 35/36, заявитель и патентообладатель – ФГБНУ ВНИИПО № 2015120158/15; заявл. 27.05.2015 г., опубл. 10.11.2016 г., Бюл. № 31. – С. 8.
  16. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. – М.: Колос, 1977. – 239 с.

## REFERENCES

1. Lunitsyn V.G., Lunitsyna Yu.V. Vtorostepennaya produktsiya pantovogo olenevodstva v ozdorovitel'noi praktike // Problemy pantovogo olenevodstva i puti ikh resheniya: sb. nauch. tr. – Barnaul: Azbuka, 2013. – Т. 7. – S. 51–57.
2. Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A., Belozerskikh I.S. Sravnitel'nyi analiz biokhimicheskogo sostava pantov i vtorostepennoi produktsii pantovogo olenevodstva s kontsentrataми, izgotovlennymi iz nikh // Vestn. AGAU. – 2016 – № 3. – S. 122–126.
3. Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A. Bezotkhodnaya tekhnologiya pererabotki produktsii pantovogo olenevodstva // Sib. vestn. s.-kh. nauk. – 2016. – № 5. – S. 83–91.
4. Nepriyatel' A.A., Lunitsyn V.G. Produkty funktsional'nogo pitaniya na osnove produktsii maralov i meda // Problemy pantovogo olenevodstva i puti ikh resheniya: Sbornik nauchnykh trudov FGBNU VNIPO. – Barnaul: AZBUKA, 2016. – Т. 9. – S. 161–165.
5. Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A., Belozerskikh I.S. Novye podkhody v pererabotke i ispol'zovanii produktsii maralovodstva // Vestn. RASKhN. – 2015. – № 5. – S. 66–70.
6. Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A., Belozerskikh I.S. Novye kompleksnye preparaty na osnove krovi marala i biosubstantsii iz vtorostepennoi produktsii // Vestn. AGAU. – 2016. – № 5. – S. 135–138.
7. Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A. Sovremennye sposoby pererabotki produktsii maralovodstva // Rekomendatsii. – Barnaul, 2015. – 25 s.
8. Lunitsyn V.G., Grishaeva I.N., Shalina M.N., Ryabtsev S.V. Vliyanie tekhnologii polucheniya biosubstantsii na biokhimicheskii sostav // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2011. – № 7–8. – S. 93–101.

9. **Lunitsyn V.G., Ognev S.I.** Biosubstantsii iz produktsii maralovodstva, ikh biokhimicheskii sostav i tekhnologiya polucheniya // The 5th World deer congress Proceedings Changchun. – China, 2010. – P. 200–208.
10. **Ermolaeva G.A.** Syr'e dlya sokosoderzhashchikh napitkov // Pivo i napitki. – 2003. – № 6. – S. 26–65.
11. **Kirina I.B., Ivanova I.A., Samigullina N.S.** Lechebnoe sadovodstvo: Ucheb. posob./ Izd-vo Michurinskogo gosagrouniversiteta, 2014. – 182 s.
12. **Prichko T.G., Chalaya L.D.** Kachestvennye pokazateli natural'nosti plodov i sokov iz vishni // Vinodelie i vinogradarstvo – 2011. – № 6. – S. 23–26.
13. **Zyuzina A.V., Makarova N.V.** Napitki na osnove yablochnogo soka // Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2009. – № 4. – S. 5–7.
14. **GOST 6687.5–86** Produktsiya bezalkogol'noi promyshlennosti // Metody opredeleniya organolepticheskikh pokazatelei i ob"ema produktsii.
15. **Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A., Belozerskikh I.S.** Sposob polucheniya biologicheskii aktivnykh ekstraktov iz produktsii pantovogo olenevodstva. № 2601908 Rossiiskaya Federatsiya, A61K 35/12, A61K 35/34, A61K 35/36, zayavitel' i pantentoobladatel' – FGBNU VNIPO № 2015120158/15; zayavl. 27.05.2015 g., opubl. 10.11.2016 g., Byul. № 31. – 8 s.
16. **Merkur'eva E.K.** Geneticheskie osnovy selektsii v skotovodstve. – M.: Kolos, 1977. – 239 s.

## NEW STUFFS OF FUNCTIONAL NUTRITION BASED ON ANTLERED DEER PRODUCTS

**V.G. LUNITSYN, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Director,  
A.A. NEPRIYATEL, Doctor of Science in Agriculture, Deputy Director**

*All-Russian Research Institute for Antlered Deer Farming  
160, Shevchenko St, Barnaul, Altai Territory, 656031, Russia  
e-mail: vniipo@rambler.ru*

Results are given from a series of experiments on producing new stuffs of functional nutrition based on fruit and berry juices by enzyme hydrolyzing antler raw material in the ultra sound field during many hours. Pre-shredded reproductive organs of males, tendons, uteri with embryos, tails and skins of antlered deer in the native form were used in the experiments. Juices (nectars) made of fruit-and-berry crops grown in Siberia (sea buckthorn, cherry, apple, black currant) were tested for hydrolysis. Hydrolysis of raw deer products was performed according to the technology, which has previously been patented, using juices (nectars) in place of distilled water. The use of juices increases the yield of soluble dry substances in the extract on average by 10–12%. Regardless of juice type, this indicator amounted to: 51% for the reproductive organs of males, 72 for tendons, 92 for tails, 76 for uteri with embryos, 98% for skin. It has been found that the use of sea buckthorn juice contributes to increasing lipid concentration in the hydrolyzate (regardless of a type of raw material) by 3.5–4.0% ( $p < 0.05$ ), sea buckthorn juice and apple-black currant nectar by 3.5–5.4% ( $p < 0.05$ ) as to the sum of mineral substances. Unlike the control assays, all hydrolyzates with juices were found to contain 3.5–10.0% of sugar, 0.5–1.2% of organic acids, 2.0–13.0 mg% of ascorbic acid. In the course of a series of experiments on developing new products, their consumer qualities (color, taste, smell) were improved by correcting organoleptic properties of hydrolyzates with sugar syrup (1.0–12.0%), burnt sugar (1.0–9.0%), and fruit essence (0.2–0.9%). Microbiological and toxicological characteristics of the finished product meet the requirements of TR CU 021/2011.

**Keywords:** antlered deer products, juice, hydrolyzate, organoleptic properties, biochemical composition.

*Поступила в редакцию 31.05.2017*



УДК 631.171:001.8 (072)

**ФОРМУЛИРОВАНИЕ НОВИЗНЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ,  
ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ НАУКИ И ПРАКТИКИ****Г.Е. ЧЕПУРИН, член-корреспондент РАН, научный руководитель СибИМЭ СФНЦА РАН***Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН**630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск**e-mail: sibime@ngs.ru*

Определены общие положения методологии формулирования новизны, научной и практической значимости результатов исследования в области агроинженерной науки. Новое знание выдвигается как предположение в виде научной гипотезы. По окончании работы формулируется новизна результатов, полученных впервые. Сущность новизны полученных результатов необходимо связывать со значимостью их для науки, а также с практической значимостью. Представлены основные параметры и показатели для оценки научной значимости результатов исследования: выдвинутые идеи, аргументы, доказательства, которые подтверждают или отрицают данные идеи; обоснование элементов изложения теории, аксиом, гипотез, научных фактов, выводов; формулирование законов или закономерностей, общей концепции в целом; раскрытие существенных проявлений теории: противоречий, несоответствий, возможностей, трудностей, опасностей; выделение новых проблем, подлежащих дальнейшему исследованию; характеристика явлений реальной действительности, которые составляют основу практических действий в той или иной области, установление связей данного явления с другими. Практическая значимость оценивается следующими показателями: определением сферы применения теории на практике, областью реальной жизни, где проявляется данная закономерность, идея, концепция; созданием нормативной модели эффективного применения новых знаний в реальной действительности; рекомендациями для более высокого уровня организации деятельности; определением регламентирующих норм и требований в рамках оптимальной деятельности личности и коллектива в сфере исследования. Апробация результатов диссертации подтверждается одобрением или утверждением материалов в условиях, наиболее приближенных к реальности, и принятием решений об их внедрении в практику.

**Ключевые слова:** новые знания, научная гипотеза, закономерности, концепции, рекомендации.

Научная новизна является существенной характеристикой исследования и относится к его результатам. Окончательное представление о новизне, как правило, можно получить только после того, как работа закончена, но исследователь должен думать о возможности получения новых знаний на всех этапах исследования как при обосновании выбранного направления, так и темы, объекта, предмета. Новое знание выдвигается в виде предположений при формулировке научной гипотезы [1–9]. По завершении работы автору необходимо дать конкретный ответ о новизне результатов, которые не бы-

ли получены ранее другими исследователями, т.е. получены впервые. Если такого ответа нет, возникают сомнения в ценности всей работы. На данном этапе проявляется обоснованность основных методологических характеристик. Чем конкретнее поставлены тема, цель, задачи исследования, сформулированы объект, предмет и научная гипотеза, тем проще автору работы определить, что он выполнил впервые данное исследование, каков конкретный вклад в углубление научных знаний по изучаемому объекту.

Определенную трудность, особенно молодым исследователям, представляет необ-



ходимость показать сущность новизны полученных результатов и их значение для науки. Между этими методологическими характеристиками имеется существенное различие. Как показывают проведенные исследования [10, 11], в большинстве диссертаций, представленных к защите, включая докторские, авторы подходят к данному вопросу формально, не различая сущность новизны полученных результатов и значения их для науки. Происходит это потому, что многие авторы считают: новое – обязательно лучшее и самое полезное, поэтому новизна результатов и их значение для науки – одно и то же. Однако какое значение они могут иметь для науки в целом или частично, об этом задумываются не всегда.

В объединенной рубрике «Научная новизна» представляемой работы авторы, как правило, характеризуя новизну результатов, показывают в рамках поставленных задач, какое новое знание они получили. Однако значимость полученных результатов для науки не раскрывается, не показывается, в какие проблемы, концепции, отрасли знания вносятся изменения, направленные на развитие науки, пополняющие ее содержание. Определение научной значимости исследования имеет решающее значение для его оценки. Если работа не имеет значения для науки, можно ли ее назвать научной? [7–9, 12, 13].

Научная новизна исследования должна подтверждаться новыми научными результатами, полученными соискателем, с отражением их отличительных особенностей в сравнении с существующими подходами. Краткое описание научной новизны исследования (научного результата) может быть выражено через существенные отличительные признаки результата исследования, которые оказывают влияние на эффект его использования [1–3].

В научной значимости результатов исследования следует показать, что конкретно развивают в науке положения и методы, предложенные в работе. Научная значимость результатов исследования может характеризоваться следующими параметрами: выдвинутыми идеями, аргументами, доказательствами, которые их подтверждают или отрица-

ют; обоснованием элементов изложения теории – аксиом, гипотез, научных фактов, выводов; формулированием законов или закономерностей, общей концепции в целом; раскрытием существенных проявлений теорий, противоречий, несоответствий, возможностей, трудностей, опасностей; выделением новых проблем, подлежащих дальнейшему исследованию, характеристикой явлений реальной действительности, которые составляют основу практических действий в той или иной области [10, 11, 14, 15].

Покажем на примерах ряда докторских диссертаций, в которых более удачно представлена научная новизна и научная значимость результатов исследований.

В докторской диссертации В.И. Мяленко «Моделирование процесса силового взаимодействия с почвой рабочих органов почвообрабатывающих машин» [10] после того, как выявлены новые аналитические зависимости и закономерности внешнего силового нагружения на рабочие органы почвообрабатывающих машин и определены их основные параметры, показана научная значимость, заключающаяся в развитии общих теоретических принципов силового нагружения рабочих органов и создании их конструкции и режимов работы.

Удачно представлены новизна научных результатов и значимость для науки в работе Н.И. Мошкина «Разработка автоматизированной технологии и средств технического диагностирования узлов и агрегатов автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения» [10]. Автор видит новое в том, что в соответствии с целью и задачами исследования выявлены:

- закономерности изменения и функциональные связи диагностических признаков с параметрами технического состояния элементов систем зажигания в виде полиномиальных уравнений, решение которых устанавливает границы допустимого диапазона их изменений в зависимости от нормативных значений;

- значимость для науки, заключающаяся в том, что автоматизированная технология диагностирования, включающая вероятностный метод дифференциального диагно-

стирования систем и агрегатов АТС СХ, на основе вероятностно-логического распознавания информации, которая содержится как в отдельных диагностических признаках или симптомах, так и в их сочетаниях, обеспечивает выполнение функций обучения и самообучения в составе объединенной диагностической системы, а совокупность математических моделей электронных систем зажигания ДВС и их элементов как диагностируемых объектов с функциями автоматического управления позволяет исследовать процессы функционирования их исправного и неисправного состояния.

Определение возможности использования полученных результатов исследования на практике должно быть конкретным, т.е. необходимо указать, где полезно их применять. Основными признаками и показателями практической значимости результатов исследования могут быть число пользователей, заинтересованных в данных результатах; масштабы возможного внедрения результатов; экономическая и социальная эффективность реализации результатов; возможность и готовность к освоению результатов исследования.

Практическая значимость может быть оценена следующими показателями: определением сферы применения теории на практике, областью реальной жизни, где проявляется данная закономерность, идея, концепция; созданием нормативной модели эффективного применения новых знаний в реальной действительности; рекомендациями для более высокого уровня организации деятельности; определением регламентирующих норм и требований в рамках оптимальной деятельности личности и коллектива в сфере исследования [9, 12–15].

Апробация результатов диссертации подтверждается одобрением или утверждением материалов в условиях, наиболее приближенных к реальности, а также принятием решений об их внедрении в практику. Реализация, т.е. использование тех или иных разработок в практической деятельности, может быть осуществлена на уровне государства, региона, отрасли, предприятия, учреждения на основании решений соответствующих органов

управления. Результаты исследования могут быть также апробированы и использованы в производственной деятельности предприятий и организаций, в научной деятельности и учебном процессе (в вузе, техникуме и др.).

В качестве примера покажем формулировку апробации результатов работы, представленные в докторской диссертации Н.И. Мошкина [10]. Результаты исследований использованы на постах и станциях диагностики районных ремонтно-транспортных предприятий, специализированных АТП региональных управлений сельского хозяйства, АТП общего пользования, а также в специализированных сервисных центрах при проведении диагностирования автотракторной техники; на постах станций фирменного обслуживания или специализированных дилерских центрах при проведении контроля технического состояния автомобилей для выявления наиболее типичных неисправностей и их анализа в масштабах производственного объединения; в учебном процессе при подготовке инженеров-механиков сельскохозяйственного производства и инженеров-механиков по специальностям «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автосервис». Результаты исследований рекомендованы к применению Министерством сельского хозяйства и продовольствия Бурятии, внедрены в ряде автотранспортных предприятий республики.

Заключительный этап научного исследования – выводы или заключение, которое содержит то новое и существенное, что составляет научные и практические результаты проведенной диссертационной работы. Выводы, сделанные по результатам диссертационного исследования, должны принадлежать его автору. Они выносятся на публичную защиту, поэтому к их формулировке следует подойти с особой тщательностью. Выводы и рекомендации должны отвечать на поставленные цели и задачи, учитывать положения, выносимые на защиту, а также исходить из структуры диссертации.

Примерное схематическое построение выводов в диссертациях по механизации сельского хозяйства:

– выполнен анализ;

- выявлены закономерности, зависимости, разработаны математические модели;
- обоснована принципиальная технологическая схема механизма, машины, оборудования, технологической линии;
- определены конструктивные и технологические параметры;
- разработана методика расчета параметров;
- технологические и технические решения позволяют указать практическую и научную ценность;
- получены показатели оценки работы новой машины, орудия;
- получены показатели оценки эффективности использования основных результатов исследования;
- результаты работы реализованы или могут быть использованы в сельскохозяйственных организациях или на агропромышленных предприятиях.

Нередко формулировки новизны результатов, отраженных в выводах диссертации, имеют наиболее типичные недостатки, которые заключаются в замене результатов описанием того, что делал автор, при этом сам результат исследования не раскрывается.

Приведем несколько примеров: обоснована конструктивно-технологическая схема сошниковой группы для равномерной глубины заделки семян (диссертация «Обоснование параметров сошниковой группы для бороздочно-ленточного посева зерновых культур»); выявлено улучшение качественных показателей опытного солода относительно контрольного (диссертация «Технологический процесс озонирования зерна для производства солода») [10]. В указанных диссертациях вместо описания новизны результатов раскрывается значение темы, но не перспективы развития науки и практики.

При формулировке новизны выводов имеются случаи повторения уже известных положений, т.е. это пример дублирования выводов, доказательства уже доказанного. Примером может служить вывод: «Изучены конструкции плющильных станков. Выявлено, что основным их недостатком является высокое энергопотребление на единицу производительности». Данный вывод приведен

в диссертации «Плющение зерновых материалов в клиновидном зазоре, образованном неподвижной и колеблющейся криволинейными поверхностями» [10].

За новизну иногда выдаются самоочевидные утверждения. Например, в заключении работы «Обоснование конструктивных и технологических параметров ротационного адаптера к почвообрабатывающим и посевным машинам» указывается, что анализ существующих конструкций культиваторов и сеялок показывает, что большинство из них не обеспечивает выравнивания поверхности поля, уничтожение сорняков и не создает необходимой плотности сложения почвы.

Нередко в выводах содержится лишь краткая аннотация проделанного: вскрыты закономерности, а какие – не называются; обоснована система, а в чем ее новизна – не раскрывается.

На основании проведенного анализа выводов в 35 диссертационных работах на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» выявлены следующие типичные недостатки: выводы сформулированы в форме аннотации (15,7 %); дублируются известные данные (2,7), выдвигаются известные очевидные утверждения (4,5), сделаны выводы, не имеющие отношения к теме или некоторые общие рассуждения (2 %). Лишь в 77 % выводов дана характеристика научной (теоретической) или практической значимости выполненной работы.

Практическая значимость результатов исследования определяется наличием в них новых научно-технических, технологических решений. При ее определении большое значение имеет предполагаемый социальный или экономический эффект от освоения результатов исследования, а также масштаб внедрения (освоения) на уровне предприятий, организаций, района, региона, отрасли.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адо А.В., Фролов И.Т. Философский словарь. – М.: Изд-во полит. лит-ры, 1980. – 444 с.
2. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. – М.: Наука, 1975. – 720 с.

3. **Новиков А.М., Новиков Д.А.** Методология. – М.: Синтег, 2007. – 668 с.
4. **Баженов Л.П.** Современная научная гипотеза // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. – М.: Наука, 1968. – 608 с.
5. **Лудченко А.А., Лудченко Я.А., Примяк Т.А.** Основы научных исследований: учеб. пособие. – Киев: Знания, 2000. – 113 с.
6. **Рузавин Г.И.** Методология научного исследования. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 317 с.
7. **Кузин Ф.А.** Кандидатские диссертации. Методика написания, правила оформления и порядок защиты. – М.: Ось-89, 1999. – 208 с.
8. **Новиков А.М.** Как работать над диссертацией: пособие для начинающего педагога-исследователя. – М.: ЭВГЕС, 1999. – 144 с.
9. **Гаврилов Т.А., Хорошевский В.Ф.** Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 358 с.
10. **Чепурин Г.Е.** Формулирование основных методологических характеристик научного исследования: метод. пособие. – Новосибирск, 2012. – 36 с.
11. **Чепурин Г.Е.** Определение научной проблемы, актуальности темы, объекта и предмета исследования в области агроинженерной науки // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2013. – № 1. – С. 89–94.
12. **Краевский В.В., Полонский В.М.** Методология для педагога: теория и практика. – Волгоград: Перемена, 2001. – 324 с.
13. **Юдин Э.Г.** Системный подход и принцип деятельности. – М.: Наука, 1978. – 390 с.
14. **Машиностроение.** Терминология: справ. пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – Вып. 2. – 432 с.
15. **Глобальная экономика:** энциклопедия / под ред. И.И. Куликова. – М.: Финансы и статистика, 2011. – 920 с.

## REFERENCES

1. **Ado A.V., Frolov I.T.** Filosofskii slovar'. – M.: Izd-vo polit. lit-ry, 1980. – 444 s.
2. **Kondakov N.I.** Logicheskii slovar'-spravochnik. – M.: Nauka, 1975. – 720 s.
3. **Novikov A.M., Novikov D.A.** Metodologiya. – M.: Sinteg, 2007. – 668 s.
4. **Bazhenov L.P.** Sovremennaya nauchnaya gipoteza // Materialisticheskaya dialektika i metody estestvennykh nauk. – M.: Nauka, 1968. – 608 s.
5. **Ludchenko A.A., Ludchenko Ya.A., Primyak T.A.** Osnovy nauchnykh issledovaniy: ucheb. posobie. – Kiev: Znaniya, 2000. – 113 s.
6. **Ruzavin G.I.** Metodologiya nauchnogo issledovaniya. – M.: YuNITI, 1999. – 317 s.
7. **Kuzin F.A.** Kandidatskie dissertatsii. Metodika napisaniya, pravila oformleniya i poryadok zashchity. – M.: Os'-89, 1999. – 208 s.
8. **Novikov A.M.** Kak rabotat' nad dissertatsiei: posobie dlya nachinayushchego pedagoga-issledovatelya. – M.: EVGES, 1999. – 144 s.
9. **Gavrilov T.A., Khoroshevskii V.F.** Bazy znaniy intellektual'nykh sistem. – SPb: Piter, 2000. – 358 s.
10. **Chepurin G.E.** Formulirovanie osnovnykh metodologicheskikh kharakteristik nauchnogo issledovaniya: metod. posobie. – Novosibirsk, 2012. – 36 s.
11. **Chepurin G.E.** Opredelenie nauchnoi problemy, aktual'nosti temy, ob"ekta i predmeta issledovaniya v oblasti agroinzhenernoi nauki. // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2013. – № 1. – S. 89–94.
12. **Kraevskii V.V., Polonskii V.M.** Metodologiya dlya pedagoga: teoriya i praktika. – Volgograd: Peremena, 2001. – 324 s.
13. **Yudin E.G.** Sistemnyi podkhod i printsip deyatel'nosti. – M.: Nauka, 1978. – 390 s.
14. **Mashinostroenie.** Terminologiya: sprav. posobie. – M.: Izd-vo standartov, 1989. – Vyp. 2. – 432 s.
15. **Global'naya ekonomika:** entsiklopediya / pod red. I.I. Kulikova. – M.: Finansy i statistika, 2011. – 920 s.

## **FORMULATION OF NOVELTY OF RESEARCH RESULTS, THEIR IMPORTANCE FOR SCIENCE AND PRACTICE**

**G.E. CHEPURIN, RAS Corresponding Member, Research Director**

*Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS*

*Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia*

*e-mail: sibime@ngs.ru*

General provisions of the methodology for formulating novelty of research results and scientific and practical importance of the results in the field of agricultural engineering are identified. New knowledge is undertaken as an assumption in the form of scientific hypotheses. After work has been done, novelty of results obtained for the first time is formulated. The essence of novelty of the results obtained needs to be connected with their importance for science as well as with practical importance. There are given key parameters and indicators to evaluate scientific importance of research results: suggested ideas, arguments, evidence, which confirm or deny the ideas; substantiation of the theory presentation elements: axioms, hypotheses, scientific evidence, and conclusions; formulating laws or regularities of the general concept as a whole; disclosure of essential manifestations of the theory: contradictions, inconsistencies, opportunities, difficulties, and dangers; highlighting new issues to be further investigated; characteristics of the phenomena of reality, which form the basis for practical actions in a particular area; establishing relations of a given phenomenon with others. The practical significance is evaluated by the following indicators: defining a scope of application for the theory to be practically used in a field, where this pattern, idea, concept is manifested; creation of a normative model to effectively apply new knowledge in reality; recommendations for organizing activities on a higher level; defining regulatory norms and requirements within the framework of the optimal activities of an individual and a team in a field of research. Scientific results of theses should be verified under conditions closest to reality, and confirmed by making decisions about their implementation in practice.

Keywords: new knowledge, scientific hypothesis, laws, regularities, concepts, recommendations.

*Поступила в редакцию 14.06.2017*

---



**ПРОБЛЕМА БАКТЕРИОЗОВ РАСТЕНИЙ И ПОДХОДЫ К ЕЕ РЕШЕНИЮ**

**И.М. ГОРОБЕЙ**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией,  
**Г.М. ОСИПОВА**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН

630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: gorobey\_i@mail.ru, osip@ngs.ru

На основе данных литературы проанализировано состояние проблемы бактериальных болезней сельскохозяйственных культур в России. В настоящее время в России отмечают усиление вредоносности известных и появление новых агрессивных штаммов фитопатогенных бактерий на сельскохозяйственных культурах, а проявление бактериозов часто носит характер эпифитотий. Потери урожая могут достигать до 100 %, снижаются технологические и кормовые качества растениеводческой продукции. Показаны причины появления новых бактериальных болезней и их распространения: изменение климатических условий, расширение зоны возделывания сельскохозяйственных культур, выращивание их в новых регионах. Рассмотрены методы защиты, которые включают комплекс агротехнических мероприятий, подбор устойчивых сортов, применение малоопасных селективных пестицидов и биологических препаратов. Акцентируется внимание на проблеме резистентности возбудителей бактериозов к средствам защиты, крайне небольшом ассортименте средств защиты растений и актуальности усовершенствования методов диагностики, проведения молекулярных или иммунологических исследований для определения видов бактерий, поиске эффективных приемов защиты от бактериальных инфекций.

**Ключевые слова:** бактериозы растений, урожай, средства защиты, антибиотики, биопрепараты.

В настоящее время известно около 400 видов фитопатогенных бактерий, которые паразитируют на растениях [1–4]. Фитопатогенные бактерии обладают огромным арсеналом факторов вирулентности: ферменты, разрушающие клетки и ткани растений-хозяев, фитотоксины, блокаторы сигнальных систем макроорганизмов и др. Для многих бактерий природа факторов вирулентности не установлена [5]. Наиболее распространенными и вредоносными возбудителями болезней на сельскохозяйственных культурах являются бактерии из родов *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Agrobacterium*, *Erwinia* и *Corynebacterium* [3, 5]. Несмотря на то что число наиболее распространенных бактериозов на важнейших сельскохозяйственных культурах ограничивается несколькими десятками, их вредоносность очень велика.

Проблеме бактериозов растений посвящен ряд крупных работ отечественных ученых. Это широко известные монографии В.П. Израильского: «Бактериальные болезни растений» (1960 г.), «Руководство для изучения бактериальных болезней растений. Об-

щие вопросы» (1968 г.) и М.В. Горленко «Бактериальные болезни растений (основы учения о бактериозах растений)» (1966 г.) [1–3]. В 1977 г. в издательстве МГУ опубликована монография М.А. Чумаевской, посвященная бактериальным болезням кормовых злаков [6], в 1986 г. – Т.М. Рыбалко и А.Б. Гукасян «Бактериозы хвойных в Сибири» [7]. Новейшая работа по бактериозам – монография В.В. Котлярова «Бактериальные болезни культурных растений» (2008 г.). Достаточно глубоко изучены исследователями наиболее вредоносные возбудители бактериозов овощных и технических культур, картофеля, сои, плодовых [8–12].

В настоящее время в России отмечают усиление вредоносности известных и появление новых агрессивных штаммов фитопатогенных бактерий на сельскохозяйственных культурах, а проявление бактериозов часто носит характер эпифитотий [12–15]. Эпифитотийное распространение бактериозов выявлено на посевах зерновых колосовых на юге России (до 70–100 %), Украине, в Липецкой, Курской, Орловской и других областях. В географию поражения бактериаль-

ными болезнями зерновых колосовых входят некоторые области Зауралья, районы зернопроизводства Сибири. С учетом развития эпифитотий прогнозы ущерба на будущее от прогрессирующего развития бактериозов достаточно серьезные, они могут привести к падению производства зерновых культур в мире на 30–70 % и снижению качества зерна [16].

На первом месте по экономическому ущербу остаются бактериозы овощных культур и картофеля, затем бактериозы технических культур, зернобобовых и зерновых. Широко распространены и вредоносны: сосудистый бактериоз капусты – возбудитель *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *X. arboricola*, черная бактериальная пятнистость томата и озимого рапса (*X. vesicatoria*), бактериальный рак томатов (*Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*) и сердцевинный некроз (*P. corrugata*), кольцевая гниль (*C. michiganensis* sbsp. *sepedonicus*), а также черная ножка картофеля – одно из наиболее вредоносных заболеваний картофеля, которое вызывает ряд бактерий из семейства Enterobacteriaceae, и др. [9, 15].

На зернобобовых культурах и особенно горохе заметный ущерб наносит *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*, на кормовых бобах возбудители красно-коричневой, черной и бурой пятнистостей – *Ps. syringae*, *Ps. s. vigna* var. *leguminophila*, *Bacillus mesentericus vulgatus* (бурая пятнистость) [3, 17]. Соя поражается несколькими бактериальными болезнями, наиболее вредоносными из которых являются бактериальный ожог (возбудитель – *Ps. syringae* pv. *glycinea*) и пустульный бактериоз (возбудитель – *Xanthomonas phaseoli*) var. *sojense* [18, 19].

Потери урожайности в зависимости от вида возбудителя бактериоза могут достигать до 100 %, при этом существенно ухудшаются технологические и кормовые качества продукции. Бактериозы снижают урожайность зерновых культур в 2 раза и более за счет уменьшения кустистости, длины колоса, его озерненности, массы 1000 семян. Использование инфицированного зерна на корм скоту приводит к падению продуктивности животноводства, а у человека – к проблеме ухудшения здоровья [5]. Кроме того, вредо-

носность бактериозов выражается в снижении транспирации, нарушении фотосинтетической деятельности, углеводного и азотистого обмена, изменении интенсивности дыхания растений [20]. Бактериозы сои вызывают снижение урожайности семян на 10,0–34,8 %, гороха до 70 % [18]. Все это свидетельствует о том, что бактериозы в настоящее время являются одной из серьезнейших проблем.

Причины широкого распространения, усиления вредоносности и появления новых бактериальных болезней разные: климатические, экономические факторы, а также недостаток профессиональной подготовки специалистов по защите растений, особенно в области современной диагностики и технологии защитных мероприятий [5, 16]. Большую роль в распространении бактериозов в последние годы играет изменение климатических условий, расширение зоны возделывания ряда сельскохозяйственных культур, выращивание их в новых регионах [21–25].

Новые виды фитопатогенов проникают и распространяются по территории России с посевным и посадочным материалом. Бактериозы в семействе крестоцветных (капустовых) культур были завезены на семенах рапса из Германии, Франции и других европейских и азиатских стран. В 2011 г. с картофелем, импортированным из Египта и Китая, была завезена карантинная бактерия *Ralstonia solanacearum* (бурая гниль). В течение последнего десятилетия в России обнаружено 4 новых возбудителя бактериозов картофеля, диагностика которых пока затруднена и меры борьбы не разработаны [8, 9].

Вредоносность бактериозов растений возрастает из-за нарушения агротехники, отсутствия своевременной диагностики фитопатогенных бактерий на семенах и посадочном материале, неправильно разработанной системы земледелия и мер защиты, например как использование малоэффективных против бактериозов фунгицидов. Переход к минимальной и нулевой обработке почвы вызвал массовое появление *Pseudomonas syringae*, аэробной бактерии – возбудите-

ля бактериоза зерновых культур [15]. Экологических ниш для сохранения возбудителей бактериозов растений при неблагоприятных или экстремальных условиях среды, как выявили результаты последних исследований, достаточно много: около 40 % бактерий популяции *Pseudomonas syringae* находится в мировом океане, представители этого вида бактерий обнаружены в органах пищеварения человека, часто бактерии сохраняются на многолетних сорняках [26–28].

Причиной появления новых бактериозов является и смена генетического состава популяции возбудителя. В последние годы появились данные о латеральном переносе генов и обмене генетическим материалом среди микробных сообществ [29, 30]. Так, капустовые поражаются многими фитопатогенами, и один из наиболее вредоносных организмов – бактерия *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, вызывающая сосудистый бактериоз. Установлено, что в последние годы структура популяции возбудителя изменилась в сторону высокой вирулентности, что способствует повышению адаптационной способности этих бактерий к новому кругу растений-хозяев и условиям существования [10, 31]. Геном растения-хозяина достаточно консервативен и изменения идут в нем медленно, в то время как геном микроорганизма динамичен, быстро реагирует на изменения внешней среды [32–34].

По мнению исследователей, традиционные лабораторные методы не могут дать объективную информацию о видах фитопатогенных бактерий, необходимы молекулярные или иммунологические методы диагностики [12]. Новые методы диагностики бактериозов приводят к пересмотру систематики родов, представители которых вызывают особо вредоносные болезни. Так, было изменено название патогенов, вызывающих «черную ножку» на картофеле. По последним данным, виды *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*, *Er. carotovora* subsp. *carotovora*, *Er. chrysanthemi* pv. *dianthicola*, *Er. chrysanthemi* pv. *dadantii*, *Er. carotovora* subsp. *wasabiae*, *Er. carotovora* subsp. *brasileinsis* получили современное название *Pectobacterium atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *Carotovo-*

*rum*, *Dickeya dianthicola*, *D. dadantii*, *D. solani* sp. No, *Pect. wasabiae*, *Pect. subsp. Brasiliensis* соответственно [9].

Большую опасность для растениеводства представляет появление смешанных инфекций, которые более сложны в диагностике и требуют применения препаратов комплексного действия. По мнению В.В. Котлярова, в России пик развития новых бактериальных болезней еще не достигнут, а основной проблемой в настоящее время является не столько распространение бактериозов, сколько отсутствие эффективных средств борьбы с ними [14].

В рамках современной стратегии защиты растений от болезней, в том числе бактериальных, исключительно важным является использование устойчивых сортов, агротехнических методов, малоопасных селективных пестицидов и применение биологических препаратов.

По мнению М.В. Горленко, развитие и конечный итог заболевания определяются характером взаимоотношений микроорганизма – возбудителя болезни; растения-хозяина; внешней среды, в которой протекает инфекционный процесс [3]. Современные методы борьбы с бактериозами должны учитывать особенности развития растений-хозяев, патогенных бактерий и их взаимодействие.

Одним из эффективных методов решения проблемы бактериозов является создание сортов, обладающих иммунитетом к бактериальным фитопатогенам. Н.И. Вавилов считал, что иммунитет связан с генетическими особенностями растений и является одним из решающих факторов устойчивости растений к паразитам [35]. Примером может служить создание озимой пшеницы «Юбилейная», которая устойчива к черному бактериозу. Создание таких сортов – сложная задача. Изменчивость бактерий может принимать опережающий характер и не позволяет селекционному материалу или уже созданному сорту быть постоянно устойчивым к патогену.

Важную роль в предотвращении заражения растения патогенами играет врожденный иммунитет. Он включает в себя три барьера:

структурный иммунитет, иммунитет, основанный на трансмембранных рецепторах и на внутриклеточных R-белках, а также индуцируемый барьер. Третий барьер направлен против патогенов, способных преодолеть второй барьер. Фитопатогенные бактерии могут подавлять как основной, так и индуцируемый иммунитет за счет секреции факторов вирулентности внутрь растительной клетки. Механизм такого подавления до сих пор еще четко не определен [36].

В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, практически отсутствуют химические препараты бактерицидного действия. Химические вещества с эффективным бактерицидным действием были исключены из каталога в связи с их высокой токсичностью. Достаточной эффективностью из разрешенных в настоящее время препаратов обладают тирам-содержащие вещества и некоторые биологические средства борьбы против возбудителей бактериозов [37].

Для профилактики и лечения бактериозов применяют антибиотики. В настоящее время в России запрещено использование в растениеводстве антибиотиков, применяемых в медицинской практике. Для предотвращения возникновения резистентности возбудителей болезней к антибиотикам используют смеси антибиотиков и периодическую смену препаратов. Из отечественных антибиотиков для защиты растений наиболее распространен фитобактериомицин. На его основе в настоящее время производят биопрепарат Фитолавин-300 [38]. В практике защиты сельскохозяйственных культур от бактериозов рекомендуется чередование препаратов Фитолавин и Фитоплазмин. Действующие вещества Фитоплазмидина, как и Фитолавина, легко проникают в растения и циркулируют по их тканям, взаимодействуют с рибосомами патогенных бактерий, подавляя синтез белка и нарушая правильность считывания генетического кода возбудителей бактериозов [38, 39].

В Краснодарском крае для борьбы с бактериозом зерновых применяется четырехкомпонентная биологизированная система

защиты с применением антибиотика Фитолавин-300, позволяющая максимально снизить потери урожая от этих болезней [27]. Против возбудителей ряда бактериозов растений применяли сочетание антибиотиков с препаратом серебра Зерокс. Выявлен эффект синергизма действия антибиотика и препарата Зерокс в отношении штаммов, устойчивых к действию антибиотиков [40].

Основной недостаток применения антибиотиков состоит в том, что у бактерий быстро развивается устойчивость к ним, а сами антибиотики попадают в организм человека и животных при употреблении в пищу обработанных ими продуктов [41, 42]. В качестве альтернативы антибиотикам рассматривается использование и фитоалексинов растений, естественных бактерицидов, которые продуцируют бактерии, грибы и вирусы.

Особый интерес в качестве стратегии подавления бактериальных болезней вызывает в последнее время механизм *quorum sensing* (QS). Он основан на действии низкомолекулярных сигнальных молекул различной природы, аутоиндукторов, которые накапливаются в культуре при высокой плотности популяции и оказывают влияние на экспрессию вирулентных факторов. Одним из аспектов стратегии их подавления является поиск ингибиторов системы QS. «Антикворумные» препараты многими исследователями рассматриваются как альтернатива антибиотикам, как новое поколение препаратов будущего. Исследования в этом направлении в основном пока проводятся в рамках *in vitro*. Существенную роль в нарушении работы механизма QS могут играть и бактериофаги. Для защиты саженцев плодовых от поражения бактериальным ожогом рекомендуется использовать бактериофаги 60фСy1-а в определенной концентрации [42, 43].

В условиях защищенного грунта для контроля бактериозов используют микробные препараты на микробах-заместителях для разложения пожнивных остатков и санации почвы с целью удаления бактериальных инфекций. В качестве биологического метода обеззараживания почв используют микробов-антагонистов, которые вносят в почву



или создают условия, благоприятные для роста, развития, накопления и активной их деятельности. Использование бактериальных антагонистов основано на механизме антибиоза, который регулирует взаимоотношение полезных и вредных микроорганизмов. В данном случае происходит ограничение развития популяции фитопатогена и снижение ее вредоносности.

В настоящее время в различных странах ведется поиск и разработка новых препаратов на основе природных антагонистов фитопатогенов, преимущественно из числа почвенной микрофлоры. Бактериальные препараты против болезней растений производятся в основном на основе родов *Pseudomonas* и *Bacillus* [37, 38].

Проблема защиты сельскохозяйственных культур от бактериозов усугубляется сравнительно небольшим ассортиментом средств защиты растений. Например, среди разрешенных в России препаратов для протравливания семян их менее десяти: ТМТД, Альбит, биопрепараты на основе *B. subtilis*: Фитоспорин М, Бактофит, Гамаир, Бисолби-Сан и антибиотик Фитолавин [44].

Проблема эффективной борьбы с бактериальными фитопатогенами в настоящее время становится все более актуальной. Это связано с появлением и развитием новых штаммов бактерий, обладающих множественной резистентностью к большинству используемых антибиотиков и пестицидов. Органические химические пестициды способны воздействовать лишь на узкий спектр клеточных мишеней **патогена**. Возбудители бактериозов, микроорганизмы с высокой фенотипической и генотипической изменчивостью имеют возможность вырабатывать механизмы ферментативной или иной дезактивации воздействующих на них молекул и в результате естественного отбора вытеснять штаммы, чувствительные к действию пестицидов. Особенно актуальна необходимость проведения молекулярных или иммунологических методов определения видов бактерий в специализированных лабораториях, усовершенствование методов диагностики и поиск эффективных приемов защиты от бактериальных инфекций, по

крайней мере на основных сельскохозяйственных культурах.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Израильский В.П.** Бактериальные болезни растений. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 468 с.
2. **Израильский В.П.** Руководство для изучения бактериальных болезней растений // Общие вопросы. – М.: Колос, 1968. – 343 с.
3. **Горленко М.В.** Бактериальные болезни растений (основы учения о бактериозах растений). – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1966. – 292 с.
4. **Желдакова Р.А., Мямин В.Е.** Фитопатогенные микроорганизмы. – Минск: БГУ, 2006. – 116 с.
5. **Котляров В.В.** Бактериальные болезни культурных растений. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 325 с.
6. **Чумаевская М.А.** Бактериальные болезни кормовых злаков. – М.: изд-во МГУ, 1977. – 104 с.
7. **Рыбалко Т.М., Гукасян А.Б.** Бактериозы хвойных Сибири. – Новосибирск: Наука, 1986. – 84 с.
8. **Игнатов А.Н., Джалилов Ф.С., Карлов А.Н., Карандашов В.Е., Князькина М.С., Пехтерева Э.Ш.** Распространение возбудителей бактериозов картофеля в Российской Федерации // Защита картофеля. – 2014. – № 1. – С. 49.
9. **Ерохова М.Д.** «Черная ножка» и бактериальная мягкая гниль картофеля: факты и новейшие сведения // Защита картофеля. – 2016. – № 2. – С. 31–33.
10. **Во Тхи Нгок Ха, Джалилов Ф.С., Виноградова С.В., Кырова Е.И., Игнатов А.Н.** Генетическое разнообразие возбудителя сосудистого бактериоза в России: полиморфизм ПЦР фрагментов // Защита картофеля. – 2014. – № 2. – С. 21–25.
11. **Рожкован В.** Бактериальный ожог гороха // Сельское хозяйство Молдавии. – 1980. – № 9. – С. 24–25.
12. **Игнатов А.Н., Пунина Н.В., Матвеева Е.В., Корнев К.П., Пехтерева Э.Ш., Политько В.А.** Новые возбудители бактериозов и прогноз их распространения в России // Защита и карантин растений. – 2009. – № 4. – С. 38–41.
13. **Матвеева Е.В., Политько В.А., Пехтерева Э.Ш. и др.** Новые бактериальные болезни зерновых в Российской Федерации // Сб. тр. ВНИИФ (юбилейный) «50 лет на страже продовольственной безопасности страны». – Большие Вяземы, 2008. – С. 172–179.



14. **Котляров В.В.** Бактериальные болезни растений – глобальная проблема современности // Материалы Всерос. научн.-практ. конф. – Краснодар. 2009. – С. 75.
15. **Игнатов А.Н., Лазарева А.М.** Распространение возбудителей опасных бактериозов растений в Российской Федерации: реальность опережает прогноз // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: III Всероссийский съезд по защите растений. – СПб., 2013. – С. 240–242.
16. **Игнатов А.Н., Князев А.Н., Виноградова С.В.** Бактериозы в России: угроза реальна // Защита и карантин растений. – 2012. – № 6. – С. 16–17.
17. **Бельтюкова К.И., Королева И.Б., Мурас В.А.** Бактериальные болезни зернобобовых культур. – Киев: Наук. думка, 1974. – 340 с.
18. **Заостровных В.И., Дубовицкая Л.К.** Вредные организмы сои и система фитосанитарной оптимизации ее посевов. – Новосибирск, 2003. – 528 с.
19. **Горобей И.М., Коняева Н.М., Ашмарина Л.Ф.** Бактериальный ожог на сортах и сортообразцах сои в условиях северной лесостепи Западной Сибири // Аграрные проблемы соеосеющих территорий Азиатско-Тихоокеанского региона: сб. науч. тр. / РАСХН. Дальневосточный регион. науч. центр. ГНУ ВНИИ сои. – Благовещенск: ПКИ «Зея», 2011. – С. 132–134.
20. **Рубин Б.А., Арциховская Е.В.** Биохимия и физиология иммунитета растений: изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1975. – 320 с.
21. **Полішук С.В.** Шкодочинність бактеріальних хвороб сої // Землеробство. – 2008. – Вып. 80-К. – 140 с.
22. **Campbell A.H., Harder T., Nielsen S., Kjelleberg S.** Climate change and disease: bleaching of a chemically defended seaweed // Global Change Biology. – 2011. – Vol. 17, N 9. – P. 2958–2970.
23. **Chakraborty S.** Climatic change and multitrophic interactions in soil: the primacy of plants and functional domains // Global Change Biology. – 2012. – Vol. 18, N 7. – P. 2111–2125.
24. **Chakraborty S.** Migrate or evolve: options for plants pathogens under climate change // Global Change Biology. – 2013. – Vol. 19, N 7. – P. 1985–2000.
25. **Горобей И.М., Коняева Н.М.** Болезни зернобобовых культур и их фитосанитарный контроль в Западной Сибири. – Новосибирск, 2014. – 163 с.
26. **Amin S.A., Parker M.S., Armbrust E.V.** Interactions between diatoms and bacteria // Microbiology and Molecular Biology Reviews. – 2012. – Vol. 76, N 3. – P. 667–684.
27. **Котляров Д.В.** Совершенствование способов защиты зерновых колосовых культур от бактериозов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар, 2010. – 26 с.
28. **Яковлева Л.М., Патыка В.Ф., Щербина Т.Н., Савенко Е.А.** Видовой состав возбудителей бактериозов хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) // Микробиол. журн. – 2012. – Т. 74, № 3. – С. 29–35.
29. **Skippington E., Ragan M.A.** Lateral genetic transfer and the construction of genetic exchange communities // FEMS Microbiology Reviews. – 2011. – Vol. 35, N 5. – P. 707–735.
30. **Во Тхи Нгок Ха, Джалилов Ф.С., Мазурин Е.С., Кырова Е.И., Виноградова С.В., Шаад Н.В., Ластер Д., Игнатов А.Н.** Распространение нового генотипа *Xanthomonas campestris* pv. в России в 2012 г. // Защита картофеля. – 2014. – № 2. – С. 28–30.
31. **Zilber-Rosenberg I., Rosenberg E.** Role of microorganisms in the evolution of animals and plants: the hologenome theory of evolution // FEMS Microbiology Reviews. – 2008. – Vol. 32, N 5. – P. 723–735.
32. **Rosenberg E., Sharon G., Atad I., Zilber-Rosenberg I.** The evolution of animals and plants via symbiosis with microorganisms // Environmental Microbiology Reports. – 2010. – Vol. 2, N 4. – P. 500–506.
33. **Boon E., Meehan C.J., Whidden C.C., Wong D. H.-J., Langille M.G.I., Beiko R.G.** Interactions in the microbiome: communities of organisms and communities of genes // FEMS Microbiology Reviews. – 2014. – Vol. 38, N 1. – P. 90–118.
34. **Rosenberg E., Zilber-Rosenberg I.** Genetic variation and evolution of holobionts // Intern. Conf. on Holobionts (Paris, France April 19–21, 2017). – [Электронный ресурс]: conference-holobionts-19-21-april-2017-paris.
35. **Вавилов Н.И.** Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. – М.: Наука, 1986. – 375 с.
36. **Мокрякова М.В.** Участие пептидил-пролил-цис/транс изомераз *Arabidopsis thaliana* во взаимодействии растения-хозяина с патогеном: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2013. – 23 с.

37. Штерншис М.В., Джалилов Ф.С.-У., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений. – М.: Колос, 2004. – 264 с.
38. Алексеева К.Л., Борисова И.П. Применение Фитолавина и Фитоплазмина против бактериальных болезней овощных культур // Вестн. овощевода. – 2012. – № 32. – С. 19–21.
39. Смирнова О.Н., Сметанина Л.Г., Алексеева К.Л. Эффективность Фитоплазмина против прикорневой бактериальной гнили огурца // Защита картофеля. – 2012. – № 2. – С. 108–109.
40. Ходыкина М.В., Политько В.А., Кырова Е.И., Крутяков Ю.А., Жеребин П.М., Игнатов А.Н. Антибактериальная активность антибиотиков в сочетании с препаратом серебра «Зерокс» против возбудителей ряда бактериозов растений // Защита картофеля. – 2012. – № 2. – С. 84–87.
41. Duffy B. et al. Environmental monitoring of antibiotic resistance and impact of streptomycin use on orchard bacterial communities // Acta Hort. (ISHS). – 2011. – Vol. 896. – P. 483–488.
42. Zhou Y., Choi Y., Sun M. Novel roles of *Bacillus thuringiensis* to control plant diseases // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2008. – Vol. 80. – P. 563–572.
43. Самойлова А. Применение бактериофагов *Erwinia amylovora* против бактериального ожога плодовых культур: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Казань, 2016. – 109 с.
44. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2017. – Ч. 1. – 936 с.
7. Rybalko T.M., Gukasyan A.B. Bakteriozy khvoynykh Sibiri. – Novo-sibirsk. Nauka, 1986. – 84 с.
8. Ignatov A.N., Dzhililov F.S., Karlov A.N., Karandashov V.E., Knyaz'kina M.S., Pekhtereva E.Sh. Rasprostranenie vozбудitelei bakteriozov kartofelya v Rossiiskoi Federatsii // Zashchita kartofelya. – 2014. – №1. – С. 49.
9. Erokhova M.D. «Chernaya nozhka» i bakterial'naya myagkaya gnii' kartofelya: fakty i noveishie svedeniya // Zashchita kartofelya. – 2016. – № 2. – С. 31–33.
10. Vo Tkhi Ngok Kha, Dzhililov F.S., Vinogradova S.V., Kyrova E.I., Ignatov A.N. Geneticheskoe raznoobrazie vozбудitelya sosudistogo bakterioza v Rossii: polimorfizm PTsR fragmentov // Zashchita kartofelya. – 2014. – № 2. – С. 21–25.
11. Rozhkovan V. Bakterial'nyi ozhog gorokha // Sel'skoe khozyaistvo Moldavii. –1980. – №9. – С. 24–25.
12. Ignatov A.N., Punina N.V., Matveeva E.V. Kornev K.P., Pekhtereva E.Sh., Polityko V.A. Novye vozбудiteli bakteriozov i prognoz ikh rasprostraneniya v Rossii // Zashchita i karantin rastenii. – 2009. – № 4. – С. 38–41.
13. Matveeva E.V., Polityko V.A., Pekhtereva E.Sh. i dr. Novye bakterial'nye bolezni zernovykh v Rossiiskoi Federatsii. // Sb. tr. VNIIF (yubileinyi) «50 let na strazhe prodovol'stvennoi bezopasnosti strany». – Bol'shie Vyazemy. 2008. – С. 172–179.
14. Kotlyarov V.V. Bakterial'nye bolezni rastenii global'naya problema sovremennosti // Bakterial'nye bolezni rastenii — global'naya problema sovremennosti. Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Krasnodar. –2009. – С. 75.
15. Ignatov A.N., Lazareva A.M. Rasprostranenie vozбудitelei opasnykh bakteriozov rastenii v Rossiiskoi Federatsii: real'nost' operezhaet prognoz // Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem: III Vserossiiskii s"ezd po zashchite rastenii. – SPb, 2013. – С. 240 – 242.
16. Ignatov A.N., Knyazev A.N., Vinogradova S.V. Bakteriozy v Rossii: ugroza real'na // Zashchita i karantin rastenii. – 2012. – №6. – С. 16–17.
17. Bel'tyukova K.I., Koroleva I.B., Muras V.A. Bakterial'nye bolezni zernobobovykh kul'tur. – Kiev: Nauk. dumka, 1974. – 340 с
18. Zaostrovnykh V.I., Dubovitskaya L.K. Vrednye organizmy soi i sistema fitosanitarnoi optimizatsii ee posevov. – Novosibirsk. – 2003. – 528 с.
19. Gorobei I.M., Konyaeva N.M., Ashmarina L.F. Bakterial'nyi ozhog na sortakh i sortoobraztsakh soi v usloviyakh severnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri // Agrarnye problemy soeseyushchikh

## REFERENCES

1. Izrail'skii V.P. Bakterial'nye bolezni rastenii. – М.: Sel'khozgiz, 1960. – 468 с. 2. Izrail'skii V.P. Rukovodstvo dlya izucheniya bakterial'nykh boleznei rastenii. Obshchie voprosy. – М.: Kolos, 1968. – 343 с.
3. Gorlenko M.V. Bakterial'nye bolezni rastenii (osnovy ucheniya o bakte-riozakh rastenii). – 3-e izd. pererab. i dop. – М.: Vyssh. shk., 1966. – 292 с.
4. Zheldakova R.A., Myamin V.E. Fitopatogennye mikroorganizmy. – Minsk: BGU, 2006. – 116 с.
5. Kotlyarov V.V. Bakterial'nye bolezni kul'turnykh rastenii. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 325 с.
6. Chumaevskaya M.A. Bakterial'nye bolezni kormovykh zlakov. – М.: izd-vo Mosk. un-ta, 1977. – 104 с.

- territorii Aziatsko-Tikhookeanskogo regiona: sb. nauch. tr. / RASKhN. Dal'nevostochnyi region. nauch. tsentr. GNU VNII soi. – Blagoveshchensk: PKI «Zeya», 2011. – S. 132–134.
20. **Rubin B.A., Artsikhovskaya E.V.** Biokhimiya i fiziologiya immuniteta rastenii. Izd. 3-e, pererab. i dop. M.: Vysshaya shkola, 1975. – 320 s.
21. **Polishchuk S.V.** Shkodochinnist' bakterial'nykh khvorob soi // Zemlerobstvo. – 2008, vyp.80-K. – 140 s.
22. **Campbell A.H., Harder T., Nielsen S., Kjelleberg S.** Climate change and disease: bleaching of a chemically defended seaweed // *Global Change Biology*. – 2011. – Vol.17, №9. – P. 2958–2970.
23. **Chakraborty S.** Climatic change and multitrophic interactions in soil: the primacy of plants and functional domains // *Global Change Biology*. – 2012. – Vol.18, №7. – P. 2111–2125.
24. **Chakraborty S.** Migrate or evolve: options for plants pathogens under climate change // *Global Change Biology*. – 2013. – Vol.19, N 7. – P. 1985–2000.
25. **Gorobei I.M., Konyaeva N.M.** Bolezni zernobovyykh kul'tur i ikh fitosanitarnyi kontrol' v Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk, 2014. – 163 s.
26. **Amin S.A., Parker M.S., Armbrust E.V.** Interactions between diatoms and bacteria // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. – 2012. – Vol.76, N 3. – P. 667–684.
27. **Kotlyarov D.V.** Sovershenstvovanie sposobov zashchity zernovykh kolosovykh kul'tur ot bakteriozov: avtoref. dis. ...kand. biol. nauk. – Krasnodar, 2010. – 26 s.
28. **Yakovleva L.M., Patyka V.F., Shcherbina T.N., Savenko E.A.** Vidovoi sostav vzbuditelei bakteriozov khvoshcha polevogo (*Equisetum arvense* L.) // *Mikrobiol. zhurn.* – 2012. – T. 74, № 3. – S. 29–35.
29. **Skipington E., Ragan M.A.** Lateral genetic transfer and the construction of genetic exchange communities // *FEMS Microbiology Reviews*. – 2011. – Vol. 35, N 5. – P. 707–735.
30. **Vo Tkhi Ngok Kha, Dzhalilov F.S., Mazurin E.S., Kyrova E.I., Vinogradova S.V., Shaad N.V., Laster D., Ignatov A.N.** Rasprostranenie novogo genotipa *Xanthomonas campestris* pv. v Rossii v 2012 g. // *Zashchita kartofelya*. – 2014. – № 2. – S. 28–30.
31. **Zlber-Rosenberg I., Rosenberg E.** Role of microorganisms in the evolution of animals and plants: the hologenome theory of evolution // *FEMS Microbiology Reviews*. – 2008. – Vol. 32, N 5. – P. 723–735.
32. **Rosenberg E., Sharon G., Atad I., Zlber-Rosenberg I.** The evolution of animals and plants via symbiosis with microorganisms // *Environmental Microbiology Reports*. – 2010. – Vol. 2, N 4. – P. 500–506.
33. **Boon E., Meehan C. J., Whidden CC., Wong D. H.-J., Langille M.G.I., Beiko R.G.** Interactions in the microbiome: communities of organisms and communities of genes // *FEMS Microbiology Reviews*. – 2014. – Vol. 38, N 1. – P. 90–118.
34. **Rosenberg E., Zlber-Rosenberg I.** Genetic variation and evolution of holobionts // *Intern. Conf. on Holobionts* (Paris, France April 19–21, 2017) – [Elektronnyi resurs]:<http://epsoweb.org/event/international-conference-holobionts-19-21-avril-2017-paris>.
35. **Vavilov N.I.** Immunitet rastenii k infektsionnym zabolevaniyam. – M.: Nauka, 1986. – 375 s.
36. **Mokryakova M.V.** Uchastie peptidil-prolil tsis/trans izomeraz *Arabidopsis thaliana* vo vzaimodeistvii rasteniya-khozyaina s patogenom: vtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – M., 2013. – 23 s.
37. **Shternshis M.V., Dzhalilov F.S.-U., Andreeva I.V., Tomilova O.G.** Biologicheskaya zashchita rastenii – M.: Kolos. – 2004. – 264 c.
38. **Alekseeva K.L., Borisova I.P.** Primenenie fitolavina i fitoplazmina protiv bakterial'nykh boleznei ovoshchnykh kul'tur // *Vestn. ovoshchevoda*. – 2012. – № 32. – S. 19–21.
39. **Smirnova O.N., Smetanina L.G., Alekseeva K.L.** Effektivnost' fitoplazmina protiv prikornevoi bakterial'noi gnili ogurtsa // *Zashchita kartofelya*. – 2012. – № 2. – S. 108–109.
40. **Khodykina M.V., Polityko V.A., Kyrova E.I., Krutyakov Yu.A., Zherebin P.M., Ignatov A.N.** Antibakterial'naya aktivnost' antibiotikov v sochetanii s preparatom srebra «Zerox» protiv vzbuditelei ryada bakteriozov rastenii // *Zashchita kartofelya*. – 2012. – №2. – S.84–87.
41. **Duffy B. et al.** Environmental monitoring of antibiotic resistance and impact of streptomycin use on orchard bacterial communities // *Acta Hort.* (ISHS). – 2011. – Vol.896. – P.483–488.
42. **Zhou Y., Choi Y., Sun M.** Novel roles of *Bacillus thuringiensis* to control plant diseases // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2008. – Vol.80. – P. 563–572.
43. **Samoilova A.** Primenenie bakteriofagov *Erwinia amylovora* protiv bakterial'nogo ozhoga plodovykh kul'tur: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – Kishenev, 2016. – 109 s.
44. **Gosudarstvennyi katalog pestitsidov i agrokhimikатов, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii.** – M., 2017. – Chast' I. – 936 s.

## THE PROBLEM OF BACTERIOSES IN PLANTS AND APPROACHES TO SOLVING IT

**I.M. GOROBAY, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head,  
G.M. OSIPOVA, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher**

*Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS*

*Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia*

e-mail: gorobey\_i@mail.ru, osip@ngs.ru

The condition of bacteriosis problem in agricultural crops in Russia was analysed based on the literature data. At present in Russia the harmfulness of known strains of phytopathogenic bacteria is observed to intensify, new aggressive ones emerge, and bacterioses show themselves as epiphytotic. Yield losses can reach up to 100 percent; technological and feed qualities of crop products decrease. There are shown the causes of emerging new bacterial diseases and their spreading: changing climatic conditions, expanding the cultivation area of agricultural crops, growing them in new regions. The protection methods are considered, which include a complex of agricultural methods, the selection of resistant varieties, the use of low-hazard selective pesticides and biological preparations. Particular emphasis is placed on the problem of resistance of bacterial pathogens to protective agents, a very small assortment of plant protection products, and the urgency of improving the diagnostic methods, conducting molecular and immunological examinations to determine bacteria species, and searching for effective plant protection techniques against bacterial infections.

**Keywords:** bacterial diseases of plants, yield, crop protection products, antibiotics, biological preparations.

*Поступила в редакцию 14.06.2017*

---



УДК 631.43

**ВЛИЯНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОСЕВОВ  
КОРМОВЫХ КУЛЬТУР НА ПЛОДОРОДИЕ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ  
АЗЕРБАЙДЖАНА****Ф.М. РАМАЗАНОВА, кандидат аграрной науки, ведущий научный сотрудник***Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана**1073, Азербайджан, Баку, ул. Мамеда Рагима, 5**e-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru*

Изложены результаты исследований влияния разных вариантов промежуточных посевов кормовых культур на основные показатели плодородия (гумус, биологическая активность, водно-физическое состояние) орошаемых серо-коричневых почв аридной зоны Кура-Араксинской низменности Азербайджана. Выделен оптимальный вариант – озимая рожь + вика + рапс (на зеленую массу, первый урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (на силос, второй урожай) → ячмень + вика (на зеленую массу, третий урожай). Установлено, что почвенно-климатические условия данной зоны при орошении на данном варианте позволяют получить с 1 га в год три урожая зеленой массы (1555,02 ц) и накопить в слое почвы 0–50 см 196,90 ц сухой массы стернекорневых остатков. При этом со стерневыми и корневыми остатками в слой 0–50 см орошаемой серо-коричневой почвы поступило до 6438,65 кг углерода, 313,07 – азота, 157,52 – фосфора, 417,37 кг калия. Это способствовало активизации биологической активности почвы (в слое 0–25 см повысилась общая численность микроорганизмов до  $19 \times 10^6 - 21 \times 10^6$  КОЕ/г почвы); ежегодному повышению новообразованного гумуса из растительных остатков соответственно на 0,02–0,07 %. При получении трех урожаев в слое 0–50 см почвы увеличилось содержание гумуса до 3,08 % и запас гумуса до 184,48 т/га, снизилась объемная масса (1,04–1,15 г/см<sup>3</sup>), улучшился удельный вес (2,62–2,64 г/см<sup>3</sup>), повысилась общая пористость (56–53 %) и водопроницаемость (2,2–1,9 мм/мин).

**Ключевые слова:** орошаемая серо-коричневая почва, стернекорневые остатки, гумус, удельный вес, объемная масса, пористость.

В земледельческих районах аридной зоны Кура-Араксинской низменности Азербайджана одна из главных задач – стабильное получение растениеводческой продукции. В Азербайджане с 1991 г. содержание гумуса в орошаемых серо-коричневых почвах Кура-Араксинской низменности в слое 0–50 см снизилось от 2,99–3,00 до 2,47–2,64 % [1]. В повышении содержания гумуса почв большая роль принадлежит севооборотам и промежуточным посевам кормовых культур, реализация которых обеспечивается за счет правильного подбора культур, оптимальной схемы их чередования и накопле-

ния в почве свежего органического вещества [1, 2]. В восьмипольном севообороте с люцерной в орошаемой темно-каштановой почве Херсонской области в верхней части профиля содержание гумуса повысилось от 2,17 до 2,46 % [3], в Западном Казахстане на орошаемых темно-каштановых почвах, находящихся в течение 10 лет под житняком, – от 3,07 до 3,23 % [4], в сухостепной зоне Бурятии на каштановых почвах при включении в севооборот донника – от 1,45 до 1,61 %, озимые и поукосные промежуточные посевы кормовых культур на орошаемых каштановых почвах Дагестана повысили содержание



гумуса от 2,5 до 2,7 %, на орошаемых светло-каштановых почвах аридной зоны Элистского Алатау в двух пятипольных севооборотах с двумя и тремя полями люцерны с включением поукосной сои – на 0,14–0,24 %, в полупустынной зоне Нижнего Поволжья на каштановых почвах при включении в севооборот промежуточных посевов ячменя и сорго положительный баланс гумуса составил 383 кг/га, на горных серо-каштановых почвах аридной зоны Азербайджана при посеве эспарцета +  $N_{90}P_{60}K_{60}$  – на 0,54 % [5–8]. В Кура-Араксинской низменности в связи с возникновением мелких фермерских хозяйств возможность проведения севооборотов ограничена, а промежуточные посевы кормовых культур не требуют специальных посевных площадей [1]. В связи с этим актуальным является изучение влияния различных схем промежуточных посевов с видовым разнообразием кормовых культур на воспроизводство плодородия орошаемых серо-коричневых почв в аридной зоне Кура-Араксинской низменности.

Цель работы – изучить влияние промежуточных посевов кормовых культур на воспроизводство плодородия орошаемых серо-коричневых почв в сухой субтропической зоне Азербайджана.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2000–2015 гг. на территории Гянджа-Казахского массива (целинные и орошаемые серо-коричневые) аридной зоны Кура-Араксинской низменности. Климат субтропический с сухим жарким летом, сумма активных температур составляет 4000–5200°, приход ФАР – 120–135 ккал/см<sup>2</sup>, количество осадков – 180–430 мм в год, число дней с температурой воздуха больше 10 °С – 240–300, почвы больше 5 °С – 270–330. Серо-коричневые почвы (тип горные серо-коричневые, подтип – серо-коричневые) формируются на верхнечетвертичных глинистых и тяжелоглинистых аллювиальных и пролювиальных отложениях на высоте 70–300 м над ур. м. Почвы карбонатные, с небольшим засолением, тип засоления – хлоридно-сульфатный. Содер-

жание гумуса в слое 0–50 см составляет 2,47–2,64 % [1].

Варианты опыта: 1. Целина; 2. Ячмень (на зеленую массу, первый урожай) → кукуруза (второй урожай); 3. Озимая рожь (на зеленую массу, первый урожай) → кукуруза (второй урожай); 4. Люцерна на зеленую массу; 5. Эспарцет на зеленую массу; 6. Кукуруза (весенний посев); 7. Кукуруза + соя + сорго + амарант (весенний посев); 8. Ячмень + вика + рапс (на зеленую массу, первый урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (второй урожай) → ячмень + вика (на зеленую массу, третий урожай); 9. Озимая рожь + вика + рапс (на зеленую массу, первый урожай) → кукуруза + соя + сорго + амарант (второй урожай) → ячмень + вика (на зеленую массу, третий урожай); 10. Люцерна (посев хозяйства); 11. Ячмень (на зерно, посев хозяйства).

Агротехника – зональная (периодически вносили навоза 20 т/га, ежегодно –  $N_{90}P_{120}K_{60}$ ). При проведении исследований включали изучаемые в опытах технологии:

- озимый посев (посев 4–10 октября, первый урожай) – вспашка на глубину 25–27 см + навоз 20 т/га (в 2000, 2005, 2010 и 2015 гг.) и  $P_{120}$  кг/га, посев с внесением 20 %  $N_{90}K_{60}$  кг/га, остальную норму вносили весной дробно: 50 % в фазе кущения и 30 % – выхода в трубку;

- поукосный посев (посев 22–27 мая, второй урожай) – двукратное дискование на глубину 10–12 см,  $N_{60}K_{60}$  вносили дробно: под вспашку – 30 %, в фазе 3–5-го листа – 50, 8–10-го – 20 %, уборка – 8–10 августа;

- второй поукосный посев (посев 10–13 августа, третий урожай) – плоскорезная обработка почвы на 15–17 см,  $N_{60}$  вносили в три приема: 30 % – под обработкой, 50 – в фазе кущения, 20 % – выхода в трубку, уборка – 2–8 октября;

- весенний посев силосных культур – зональная агротехника.

Влажность почвы поддерживали орошением на уровне 75–80 % НВ. Постановка опытов и полевые работы проведены по методике ВИК им. В.Р. Вильямса, учет стерневых остатков – весовым методом в двух

несмежных повторностях по диагонали в трех точках по 1 м<sup>2</sup>. Здесь же определяли массу корней трав монолитным способом на площадках размером 25 × 25 см<sup>2</sup> на глубине почвы 0–25 и 25–50 см в трехкратной повторности. Для силосных культур выделяли участки в двух точках в пяти- и шестикратной повторности, буром получали монолит почвы под рядком и междурядье размером 20 × 20 × 20 и 20 × 20 × 50 см. Массу корней второго монолита умножали на 2 и, суммируя с массой корней первого монолита, определяли массу корней с площади 20 × 60 и 50 × 60 см, затем пересчитывали на 1 га [7]. В растительных образцах определяли общий азот по Кьельдаю, фосфора – по Дениже, калий – на пламенном фотометре, углерод – по Ганнербергу – Штоману; общий азот и гумус – по Тюрину, физико-химические и биологические показатели и математическую обработку осуществляли по методикам [9–11].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наибольшая урожайность промежуточных посевов кормовых культур при внесении периодически 20 т навоза/га и ежегодно N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>60</sub> формировалась в вариантах ячмень + вика + рапс → кукуруза + соя + сорго + амарант → ячмень + вика (1287,49 ц) и рожь + вика + рапс → кукуруза + соя + сорго + амарант → ячмень + вика (1555,02 ц). Затем следовали люцерна (974,0 ц), эспарцет (947,8), ячмень → кукуруза (823,5), озимая рожь → кукуруза (862,90 ц). По остальным вариантам урожайность была на 25–50 % ниже. В варианте 9 в почву поступала наибольшая масса растительных остатков при получении трех урожаев в год (196,9 ц сухой массы/га). Близким к этому показателю был вариант 8 (181,33 ц/га), а также варианты с четырехгодичными люцерной (107,0 ц) и эспарцетом (105,78 ц) (табл. 1). Удлинение срока пользования люцерны до 6 лет (вариант 10) привело к снижению массы растительных остатков (85,26 ц). Значительно меньше их поступало в почву после силос-

ных культур весеннего посева (41,8 и 39,78 ц/га) и ячменя на зерно (38,9 ц/га).

Влияние стернекорневых остатков на плодородие почвы определяется не только количеством данных остатков, но и их качеством – содержанием в них NPK. Выявлено, что содержание азота, фосфора и калия в растительных остатках целины и злаковых культур имело тенденцию к снижению по сравнению с люцерной, эспарцетом и травосмесями и составляло соответственно 0,80–1,17 и 1,37–2,03 %; 0,38–0,46 и 0,82 %; 0,97–1,03 и 0,78–2,12 % (см. табл. 1). В растительных остатках при получении трех урожаев содержание калия накапливалось больше, чем фосфора и азота. Углерода больше всего содержалось в целинной растительности (40 %). Ячмень на зерно мало возвращает в почву с растительными остатками питательных элементов (С – 1400,4 кг/га; N – 31,12; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 14,78 и K<sub>2</sub>O – 37,78 кг/га), а также кукуруза на силос (С – 1463,0; N – 48,91; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 16,72 и K<sub>2</sub>O – 31,14 кг/га). На единицу азота в растительных остатках калия приходилось больше, чем фосфора. Наибольшее количество питательных элементов с растительными остатками возвращается в почву при получении двух и трех урожаев: углерода – 6111,22 и 6438,65 кг/га, биологически связанного азота – 284,69 и 313,07, фосфора – 139,62 и 157,52 и калия – 349,97 и 417,43 кг/га при соответствующем их соотношении 1 : 0,49 : 1,23 и 1 : 0,50 : 1,53. Это привело к оптимальной активизации биологической активности в слое 0–25 см почвы: повысилась общая численность микроорганизмов до 19 × 10<sup>6</sup> – 21 × 10<sup>6</sup> КОЕ/г почвы, ускорилось разложение льняного полотна за 30 дней на 20–23 %, происходило ежегодное повышение новообразованного гумуса из стернекорневых остатков на 0,02–0,07 %. Остальные варианты пополняли почву меньшим количеством питательных веществ.

Содержание гумуса – наиболее важный показатель плодородия почвы. Сопоставляя содержание гумуса по вариантам, выявили уменьшение его по отношению к исходному содержанию в слое 0–50 см почвы на вариантах чистого посева ячменя на зерно на

Таблица 1

**Количество растительных остатков, их химический состав и поступление питательных элементов с растительными остатками в почву в слое 0–50 см  
(среднее за 2000–2015 гг.)**

| Вариант | Культура                             | Масса<br>стернекор-<br>невых ос-<br>татков в<br>сухом со-<br>стоянии,<br>ц/га | Химический состав растительных остатков,<br>% на абс. сух. вещ-во |      |                               |                  | Поступило в почву со стернекорневыми<br>остатками, кг/га |        |                               |                  | C:N    |
|---------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|------------------|--------|
|         |                                      |                                                                               | C                                                                 | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | C                                                        | N      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |        |
| 1       | Целина                               | 8,967                                                                         | 40                                                                | 1,00 | 0,40                          | 1,03             | 358,68                                                   | 8,967  | 3,587                         | 9,236            | 40 : 1 |
| 2       | Ячмень                               |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
|         | Кукуруза                             |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
|         | В сумме за два урожая                | 98,88                                                                         | 35                                                                | 1,14 | 0,43                          | 0,99             | 3460,8                                                   | 113,08 | 42,85                         | 98,36            | 31 : 1 |
| 3       | Рожь                                 |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
|         | Кукуруза                             |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
|         | В сумме за два урожая                | 104,32                                                                        | 35                                                                | 1,18 | 0,46                          | 1,02             | 3651,2                                                   | 123,01 | 47,5                          | 106,50           | 30 : 1 |
| 4       | Люцерна (четвертый год, за 4 укоса)  | 107,00                                                                        | 36                                                                | 2,03 | 0,82                          | 1,86             | 3852,00                                                  | 217,21 | 87,74                         | 199,02           | 18 : 1 |
| 5       | Эспарцет (четвертый год, за 4 укоса) | 105,78                                                                        | 36                                                                | 2,02 | 0,81                          | 1,85             | 3808,08                                                  | 213,68 | 85,68                         | 195,69           | 18:1   |
| 6       | Кукуруза на силос                    | 41,80                                                                         | 35                                                                | 1,17 | 0,40                          | 0,75             | 1463,00                                                  | 48,91  | 16,72                         | 31.14            | 30:1   |
| 7       | Кукуруза + соя + сорго + амарант     | 39,78                                                                         | 34                                                                | 1,37 | 0,76                          | 0,78             | 1352,52                                                  | 54,50  | 15,12                         | 50.92            | 25:1   |
|         | Ячмень + вика + рапс                 |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
|         | Кукуруза + соя + сорго + амарант     |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
|         | Ячмень + вика                        |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
| 8       | В сумме за три урожая                | 181,33                                                                        | 34                                                                | 1.57 | 0.77                          | 1.93             | 6111.22                                                  | 284.69 | 139.62                        | 349.97           | 21:1   |
|         | Рожь + вика + рапс                   |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
|         | Кукуруза + соя + сорго + амарант     |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
|         | Ячмень + вика                        |                                                                               |                                                                   |      |                               |                  |                                                          |        |                               |                  |        |
| 9       | В сумме за три урожая                | 196,90                                                                        | 33                                                                | 1,59 | 0,80                          | 2,12             | 6438,65                                                  | 313,07 | 157,52                        | 417.43           | 21:1   |
| 10      | Люцерна (посев хозяйства)            | 85,26                                                                         | 35                                                                | 2,00 | 0,81                          | 1,78             | 2984,1                                                   | 170,52 | 68,90                         | 151.76           | 18:1   |
| 11      | Ячмень на зерно (посев хозяйства)    | 38,9                                                                          | 36                                                                | 0,80 | 0,38                          | 0,97             | 1400,4                                                   | 31,12  | 14,78                         | 37.78            | 45:1   |

Таблица 2

## Содержание и запас гумуса в слое почвы 0–50 см (2015 г.)

| Вариант                               | Общий гумус, % | Запас гумуса, т/га |
|---------------------------------------|----------------|--------------------|
| Исходная (орошаемая почва, 2000 г.)   | 2,64           | 163,74             |
| 1. Целина                             | 2,57           | 159,4              |
| 2. Ячмень                             | 2,24           | 137,76             |
| Кукуруза                              |                |                    |
| 3. Рожь                               | 2,28           | 140,22             |
| Кукуруза                              |                |                    |
| 4. Люцерна                            | 2,77           | 170,47             |
| 5. Эспарцет                           | 2,74           | 168,74             |
| 6. Кукуруза (весенний посев)          | 1,91           | 119,4              |
| 7. Кукуруза + соя + сорго + амарант   | 2,47           | 151,91             |
| 8. Ячмень + вика + рапс               | 2,89           | 173,09             |
| Кукуруза + соя + сорго + амарант      |                |                    |
| Ячмень + вика                         |                |                    |
| 9. Рожь + вика + рапс                 | 3,08           | 184,48             |
| Кукуруза + соя + сорго + амарант      |                |                    |
| Ячмень + вика                         |                |                    |
| 10. Люцерна (посев хозяйства)         | 2,68           | 160,80             |
| 11. Ячмень на зерно (посев хозяйства) | 2,16           | 131,90             |

0,48 % ( $НСР_{05} = 0,10$ ), силосных культур (варианты 6, 7) – на 0,73 и 0,17 % ( $НСР_{05} = 0,10$  и 0,14), при получении двух урожаев – на 0,40 и 0,36 % ( $НСР_{05} = 0,14$  и 0,14) (табл. 2). Это связано с поступлением в почву растительных остатков с меньшим содержанием азота и низким коэффициентом гумификации органического вещества (0,13–0,16).

Шестилетняя люцерна (вариант 11) по сравнению с четырехлетней (2,77 %,  $НСР_{05} = 0,10$ ) и эспарцетом (2,74 %,  $НСР_{05} = 0,15$ ) снизила гумус на 0,04 % (2,68 %,  $НСР_{05} = 0,16$ ). Здесь новообразование гумуса за счет ежегодно отмирающей части корневой системы не компенсировало полностью убыль его в почве при минерализации. Наибольшее накопление гумуса отмечено при получении трех урожаев зеленой массы в год. На вариантах 8 и 9 на фоне возврата ежегодно в почву 181,33 и 196,9 ц сухой массы растительных остатков/га в сочетании с внесением периодически 20 т навоза/га и ежегодно  $N_{90}P_{120}K_{60}$  кг/га (согласно зональной агротехнике) в слое почвы 0–50 см за

15 лет содержание гумуса повысилось на 0,25 и 0,44 % (2,89 и 3,08 %,  $НСР_{05} = 0,10$  и 0,23) по сравнению с исходным его содержанием (2,64 %). Это связано с количеством и качеством растительных остатков, агротехникой, деятельностью корневой системы смесей и высоким коэффициентом гумификации (0,19–0,21).

Расчет запасов гумуса для слоя 0–50 см почвы с учетом его процентного содержания и объемного веса почв под каждым вариантом показал, что при получении трех урожаев наблюдается накопление более высоких запасов гумуса (173,09 и 184,48 т/га), затем на посевах четырехлетних люцерны и эспарцета (170,47 и 168,74 т/га). Промежуточное положение занимают варианты 1, 7, 10 (159,4–160,8 т/га), минимальное – 6 и 11 (119,4 и 131,9 т/га).

Объемная масса почвы при трех урожаях зеленой массы из-за равномерного распределения корневой системы смесей в почве в горизонтальном и вертикальном направлениях в слоях 0–25 и 25–50 см была на 0,19–0,12 г/см<sup>3</sup> меньше, чем в остальных ва-

риантах. Воздействие на почву растущей корневой системы люцерны и эспарцета привело к уплотнению почвы в слое 0–25 см и глубже. Отмечена разница по удельной массе почвы между всеми вариантами – 2,74 г/см<sup>3</sup> (вариант 1), 2,62–2,64 г/см<sup>3</sup> (вариант 9), 2,65–2,67 г/см<sup>3</sup> (вариант 10), а также и по общей пористости почвы. На целине из-за скудного травостоя пористость почвы составила 54–55 %, при получении трех урожаев она была на 5–6 % выше.

### ВЫВОДЫ

1. Длительное проведение различных схем промежуточных посевов кормовых культур при зональной агротехнике (внесение периодически 20 т навоза/га и ежегодно N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>60</sub>) с целью воспроизводства плодородия почвы на орошаемых серо-коричневых почвах аридной зоны Кура-Араксинской низменности выявило оптимальные варианты, обеспечивающие получение в год с 1 га три урожая зеленой массы (1287,49 и 1555,02 ц) и поступление в почву 181,3 и 196,9 ц сухой массы растительных остатков.

2. Это способствовало накоплению в почве биологически связанного азота 313 и 284 кг/га, фосфора 157,5 и 139,6 и калия 417 кг/га, что повысило содержание гумуса в слое 0–50 см почвы от 2,64 (исходное содержание) до 2,89 и 3,08 % при НСР<sub>05</sub> = 0,10 и 0,23, а также биологическую активность и физические свойства почв.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Babaev M.P., Gurbanov E.A., Ramazanova F.M.** Main Types of Soil Degradation in the Kura – Aras Lowland of Azerbaijan // *Eurasian Soil Science*, 2015. – Vol. 48, N 4. – P. 445–456.
2. **Терпелец В.И., Плитинь Ю.С.** Гумусное состояние чернозема выщелоченного в агроценозах Азово-Кубанской низменности. – Краснодар: изд-во КубГАУ, 2015. – 127 с.
3. **Мамонтов В.Г.** Орошаемые почвы засушливых регионов и процессы их трансформации: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2009.
4. **Кененбаев С.Б., Кучеров В.С., Каиргалиев Г.З., Кульжабаев Е.М.** Оптимизация содержания гумуса в темно-каштановых почвах Западного

Казахстана // *Сиб. вестн. с.-х. науки*. – 2014. – № 2. – С. 65–70.

5. **Сепиханов А.Г., Исмаилова Н.У., Зубаева А.З.** Промежуточные посевы кормовых культур в условиях равнинной орошаемой зоны Дагестана // *Проблема развития АПК региона*. – 2013. – № 2. – С. 32–36.
6. **Иорганский А.И., Турешев О.Т., Амангалиев Б.М.** Динамика основных элементов плодородия орошаемой светло-каштановой почвы в различных севооборотах // *Почвоведение и агрохимия*. – 2010. – № 1. – С. 18–24.
7. **Беленко А.И.** Полевые севообороты на Нижнем Поволжье // *Почвоведение и агрохимия*. – 2010. – № 1. – С. 251–260.
8. **Асланова Р.Г.** Изменение гумусного состояния горно-степных почв Малого Кавказа под влиянием эрозионных процессов и его улучшение: дис. ... канд. с.-х. наук. – Баку, 1983. – 163 с.
9. **Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И.** Методология исследования биологической активности почв на примере Северного Кавказа // *Науч. мысль Кавказа*. – Ростов н/Д. – 1999. – № 1. – С. 32–37.
10. **Кравченко В.А.** Методические указания (переиздание). – Елец, 2007. – 40 с.
11. **Доспехов В.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

### REFERENCES

1. **Babaev M.P., Gurbanov E.A., Ramazanova F.M.** Main Types of Soil Degradation in the Kura – Aras Lowland of Azerbaijan // *Eurasian Soil Science*, 2015. – Vol. 48, N 4. – P. 445–456.
2. **Terpelets V.I., Plitin' Yu. S.** Gumusnoe sostoyanie chernozema vyshchelochennogo v agrotsenozakh Azovo-Kubanskoi nizmennosti. – Krasnodar: Izd-vo KubGAU, 2015. – 127 s.
3. **Mamontov V.G.** Orosyaemye pochvy zasushlivykh regionov i protsessy ikh transformatsii: avtoref. dis. d-ra. biol. nauk. – M., 2009.
4. **Kenenbaev S.B., Kucherov V.S., Kairgaliev G.Z., Kul'zhabaev E.M.** Optimizatsiya soderzhaniya gumusa v temno-kashtanovykh pochvakh Zapadnogo Kazakhstana // *Sib. vestn. s.-kh. nauki*. – 2014. – № 2. – S. 65–70.
5. **Sepikhanov A.G., Ismailova N.U., Zubaeva A.Z.** Promezhtochnye posevy kormovykh kul'tur v usloviyakh ravninnoi oroshaemoi zony



- Dagestana // Problema razvitiya APK regiona. – 2013. – № 2. – S. 32–36.
6. **Iorganskii A.I., Tureshev O.T., Amangaliev B.M.** Dinamika osnovnykh elementov plodorodiya oroshaemoi svetlo-kashtanovoi pochvy v razlichnykh sevooborotakh // Pochvovedenie i agrokhimiya. – 2010. – № 1. – S. 18–24.
7. **Belenko A.I.** Polevye sevooboroty na Nizhnem Povolzh'e // Pochvovedenie i agrokhimiya. – 2010. – № 1. – S. 251–260.
8. **Aslanova R.G.** Izmenenie gumusnogo sostoyaniya gorno-stepnykh pochv Malogo Kavkaza pod vliyaniem erozionnykh protsessov i ego uluchshenie: dis. kand. s.-kh. nauk. – Baku, 1983. – 163 s.
9. **Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I.** Metodologiya issledovaniya biologicheskoi aktivnosti pochv na primere Severnogo Kavkaza // Nauch. mysl' Kavkaza. – Rostov n/D. – 1999. – № 1. – S. 32–37.
10. **Kravchenko V.A.** Metodicheskie ukazaniya (pereizdanie). – Elets, 2007. – 40 s.
11. **Dospekhov V.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

## THE EFFECT OF INTERMEDIATE SOWING OF FODDER CROPS ON SOIL FERTILITY OF IRRIGATED SOILS IN AZERBAIJAN

**F.M. RAMAZANOVA, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher**

*Institute of Soil Science and Agrochemistry, Azerbaijan National Academy of Sciences*

*5, Mamed Ragima St, Baku, Azerbaijan, 1073*

*e-mail: firoza.ramazanova@rambler.ru*

Results are given from studies on the influence of intermediate sowing of fodder crops in different variants on main soil fertility indices (humus, biological activity, water-physical status) of irrigated gray-brown soils of the arid zone of the Kur-Araz Lowlands in Azerbaijan. The optimal variant was selected, that was: winter rye + vetch + rapeseed for green mass (first harvest), then maize + soybean + sorghum + amaranth for silage (second harvest), and then barley + vetch for green mass (third harvest). It was found that soil-climatic conditions in this zone allowed obtaining three harvests of green mass (1555.02 centners per ha) under irrigation, and accumulating 196.9 centners of dry crop residues in the 0–50 cm soil layer. With that, 6438.65 kg of carbon, 313.07 kg of nitrogen, 157.52 kg of phosphorus and 417.37 kg of potassium entered the 0–50 cm layer of irrigated gray-brown soil along with stubble and root residues. This contributed to the intensification of biological activity of soil (the total number of microorganisms in the 0–25 cm soil layer increased to  $19 \times 10^6$ – $21 \times 10^6$  CFU/g of soil), and to the annual increase of newly formed humus from crop residues by 0.02–0.07 percent. When obtaining three harvests a year, the humus content in the 0–50 cm soil layer increased to 3.08 percent, and humus reserves increased to 184.48 tons per ha; volume weight reduced to 1.04–1.15 g/cm<sup>3</sup>; specific weight improved to 2.62–2.64 g/cm<sup>3</sup>; total porosity and water permeability increased to 56.0–53.0 percent and 2.2–1.9 mm/min, respectively.

**Keywords:** irrigated gray-brown soil, stubble and root residues, humus, specific weight, volume weight, porosity.

*Поступила в редакцию 14.06.2017*



УДК 631.3:004.422

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WEB-КОМПЛЕКСА «ПИКАТ»  
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**О.В. ЕЛКИН**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,  
**Е.А. ЛАПЧЕНКО**, старший научный сотрудник,  
**С.П. ИСАКОВА**, старший научный сотрудник  
*Сибирский физико-технический институт аграрных проблем СФНЦА РАН*  
630501, Новосибирская область, пос. Краснообск  
e-mail: sibfti.n@ngs.ru

Применение информационных технологий в сельскохозяйственном производстве позволяет эффективнее использовать ресурсы предприятий за счет мониторинга и оперативного управления производственными процессами. Для решения задач по формированию машинно-тракторного парка на сельскохозяйственных предприятиях разработан web-комплекс «ПИКАТ». Программа позволяет решать задачи по планированию годового комплекса работ с учетом изменения условий производства. На примере конкретного хозяйства Новосибирской области были произведены расчеты для определения оптимального состава машинно-тракторного парка с учетом структуры посевных площадей, имеющейся техники, наличия кадров механизаторов для различных технологий возделывания культур. Расчеты специализированного web-комплекса «ПИКАТ» показали, что переход сельхозпредприятия на интенсивную технологию сократит потребность в механизаторах до 33 % и снизит затраты на горюче-смазочные материалы до 20 % за счет рационального использования технических и трудовых ресурсов.

**Ключевые слова:** машинно-тракторный парк, технологии удаленного доступа, программный комплекс, технологическая карта.

Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. предусматривает инновационное развитие АПК [1].

Развитие отрасли растениеводства имеет стратегическое значение для реализации потенциальных возможностей страны на внутреннем и мировом рынке. В рамках программы применительно к растениеводству предусматривается освоение интенсивных технологий, базирующихся на новом поколении тракторов и сельскохозяйственных машин, увеличении объемов внесения минеральных удобрений, осуществлении перехода на посев семян перспективных высокоурожайных сортов и гибридов.

Для реализации целевых показателей программы необходимо выполнить комплекс мер, воздействующих на всю структуру производства продукции растениеводства. Применение информационных технологий в деятельности сельхозпредприятия позволит эффективнее использовать имеющиеся ресурсы за счет мониторинга и оперативного управления производственными процессами.

Информационная система по определению машинно-тракторного парка (МТП) сельхозпредприятия представляет собой комплекс, включающий вычислительное и периферийное оборудование, программное обеспечение, нормативную и регламентированную информацию, а также персонал, обеспечивающий поддержку информационной модели

функционирования МТП в соответствии с задачами управляющего субъекта.

Цель исследования – оценить возможность использования программного продукта для определения состава машинно-тракторного парка предприятия на примере конкретного хозяйства для различных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Web-комплекс «ПИКАТ» разработан в Сибирском физико-техническом институте аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук на основе технологий удаленного доступа [2,3]. Взаимодействие программных компонентов и обмен данными происходит через общую базу данных, хранящуюся на сервере. Получено свидетельство регистрации программы для ЭВМ РФ № 201666187502 от 01.09.2016 г. «ПИКАТ» и включает следующие программные компоненты:

- автоматизированное формирование технологических карт (АФТК);
- автоматизированный подбор техники (АГРОТЕХ);
- разграничение доступа пользователям на сайте;
- редактор;
- база данных;
- генерация отчетов (графический вывод результатов).

Программная компонента АФТК позволяет просматривать и редактировать данные по всем технологическим операциям, входящим в технологическую карту (затраты труда, затраты на горюче-смазочные материалы (ГСМ), транспортные расходы, затраты на семена и др.); представлять данные по затратам в графическом виде; сравнивать данные по нескольким технологическим картам; экспортировать данные в Microsoft Excel и Word.

Программная компонента АГРОТЕХ предназначена для формирования оптимального состава МТП сельхозпредприятия путем подбора техники на основе анализа информации по агросрокам, объему работ, нормам выработки и др.

Программная компонента «Разграничение доступа» позволяет получить доступ к web-комплексу «ПИКАТ» через web-браузер на компьютере или любом другом устройстве, имеющем доступ в сеть Internet [4, 5].

Основой для определения числа тракторов являются объемы работ, которые необходимо выполнить в установленные агротехнические сроки. Для выполнения работ используют различные сельхозмашины, которые можно агрегатировать тракторами различных типоразмеров. Эти данные вносятся в базу данных с помощью программной компоненты «Редактор».

Для выбора состава МТП необходимо иметь некоторое множество сформированных агрегатов по каждой из операций и для каждого агросрока, из которого решением оптимизационной задачи выбираются агрегаты, удовлетворяющие критерию (минимум затрат и механизаторов).

Общее число тракторов и сельскохозяйственных машин определяется через распределение всего объема работ по агрегатам с учетом производительности и пиковой загрузки. По каждому агрегату и операции рассчитываются затраты с учетом выполнения всего объема работ [6–11].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для экспериментального исследования использованы данные ФГУП «Элитное» (Новосибирская область). Посевная площадь полей 2290 га. Яровая пшеница занимает 700 га, кукуруза – 130, ячмень – 379, овес – 270, однолетние травы – 656, пар – 50, многолетние травы – 105 га.

Состав машинно-тракторного парка: трактора К-701 – 2 шт., МТЗ-1221 – 2, МТЗ-82 (разных модификаций) – 15, ДТ-75М – 1, комбайны Мег-350 – 1, Енисей-1200 – 3, Ягуар-810 – 1 шт.

Определение состава машинно-тракторного парка для различных технологий возделывания культур – экстенсивной и интенсивной (на базе минимальной обработки почвы) произведено с помощью сравнительных расчетов с учетом структуры посевных площадей, имеющегося состава и эксплуатационных по-

казателей МТП, наличия кадров механизаторов и других ресурсов исследуемого сельхозпредприятия.

Расчеты при помощи программной компоненты автоматизированного формирования технологических карт осуществлялись с учетом данных по операциям каждой из технологий возделывания культур, а также по отдельным статьям расходов (затраты труда, на ГСМ, амортизация, затраты на техническое обслуживание и ремонт, транспортные расходы, затраты на семена и т.д.).

В программном компоненте «АГРОТЕХ» выполнялся расчет оптимального состава МТП для индивидуальных производственно-хозяйственных условий сельхозпредприятия путем подбора техники на основе анализа информации по трем параметрам: количеству дней, необходимых для работы в установленные агротехнические сроки; минимальной потребности в механизаторах; эксплуатационным затратам, включая амортизацию, стоимость технического обслуживания и ремонта, стоимость ГСМ, фонд заработной платы, социальные отчисления.

Результаты расчета программным комплексом «ПИКАТ» потребности описанного выше предприятия в технике по двум различным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур приведены в таблице.

При расчетах использовалась имеющаяся техника, но преимущество отдавалось высокопроизводительной технике на базе трактора К-701, что позволяет уменьшить потребность в механизаторах, повысить выработку одним агрегатом, применяя многооперационные сельскохозяйственные машины (в данном случае ПК-8,5 «Кузбасс»).

По экстенсивной технологии прямые эксплуатационные затраты составили 11 665,17 тыс. р., потребность в механизаторах – 15. По интенсивной технологии (на базе минимальной обработки почвы): прямые эксплуатационные затраты 10 167,88 тыс. р., потребность в механизаторах – 10.

Для перехода на интенсивную технологию (на базе минимальной обработки почвы) с учетом расчетов программным комплексом «ПИКАТ» необходимо приобрести посевной комплекс ПК-8,5 «Кузбасс».

**Потребность в технике для различных технологий возделывания культур, шт.**

| Марка машины                     | Число машин при экстенсивной технологии | Число машин при интенсивной технологии (на базе минимальной обработки почвы) |
|----------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Трактор:                         |                                         |                                                                              |
| К-701                            | 2                                       | 1                                                                            |
| МТЗ-1221                         | 2                                       | 2                                                                            |
| МТЗ-82                           | 13                                      | 8                                                                            |
| Зерноуборочный комбайн:          |                                         |                                                                              |
| Мега-350                         | 1                                       | 1                                                                            |
| Енисей-1200                      | 3                                       | 3                                                                            |
| Кормоуборочный комбайн Ягуар-810 | 1                                       | 1                                                                            |
| Сельскохозяйственная машина:     |                                         |                                                                              |
| АПК-7,2                          | 3                                       | 2                                                                            |
| КПЭ-3,8                          | 2                                       | 2                                                                            |
| БЗТС-1,0                         | 66                                      | 60                                                                           |
| ЗККШ-6А                          | 15                                      | 5                                                                            |
| СЗП-3,6                          | 12                                      | –                                                                            |
| ПЛН-8-40                         | 1                                       | 1                                                                            |
| ПЛН-3-35                         | 1                                       | 1                                                                            |
| СУПН-8                           | 2                                       | 1                                                                            |
| КРН-5,6                          | 2                                       | 2                                                                            |
| ПК-8,5 «Кузбасс»                 | –                                       | 1                                                                            |
| ОП-2000-01                       | –                                       | 2                                                                            |

По сравнению с экстенсивной технологией планируется сокращение прямых эксплуатационных затрат на технику на 1,497 млн р., числа механизаторов – на 5 чел. (или 33 %), снижение расхода ГСМ до 20 % и уменьшение состава МТП на 10–15 % за счет уменьшения потребности в технике и затрат на обслуживание.

Применение программного комплекса позволит существенно снизить трудоемкость процесса планирования, повысить оперативность принятия управленческих решений и вероятность выполнения всех полевых работ в рекомендуемые агротехнические сроки с учетом рационального использования технических и трудовых ресурсов сельхозпредприятия.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **О Государственной** программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы // Постановление Правительства РФ. – М.: Правительство РФ. – 2012. – 173 с.
2. **Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П.** Применение информационных технологий при планировании производства зерна // Вычислительные технологии. – 2016. – Т. 21, № 1. – С. 41–52.
3. **Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А.** Математическая модель формирования оптимального машинно-тракторного парка с учетом человеческого фактора // Труды XIII Междунар. конф. «Актуальные проблемы электронного приборостроения» АПЭП – 2016, 3–5 октября 2016 г. – Новосибирск: НГТУ, 2016. – Т. 9. – С. 135–138.
4. **Исакова С.П., Лапченко Е.А.** Web-комплекс на базе математической модели формирования оптимального машинно-тракторного парка // Сиб. вестн. с.-х. науки. – Новосибирск, 2016. – № 5. – С. 77–83.
5. **Alt V.V., Isakova S.P., Lapchenko E.A.** The mathematical model of forming of optimal combination of machineries and tractors park subject to social factor // 2016 13th International conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings APEIE – Novosibirsk: NSTU, 2016. – Vol. 1. pt 2. – P. 523–526.
6. **Докин Б.Д., Мартынова В.Л., Елкин О.В.** Информационные технологии выбора технологического и технического обеспечения возделывания зерновых в Сибири. // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии. Материалы Междунар. науч.-техн. конф. – 2016. – Т. 2. – С. 287–291.
7. **Валге А.М., Папушин Э.А.** Оптимизация состава машинно-тракторного парка на основе теории множеств // Сб. науч. трудов ИАЭП. – 2015. – Вып. 86. – С. 79–89.
8. **Елкин О.В.** Применение многокритериальной оценки использования техники и ресурсов сельхозпредприятия // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 5 (252). – С. 64–70.
9. **Пазова Т.Х., Шекихачев Ю.А., Сохроков А.Х., Дохов М.П.** Оптимизация состава машинно-тракторного парка. // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №75 (01). – [Электронный ресурс]: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/69.pdf>.
10. **Докин Б.Д., Елкин О.В., Мартынова В.Л., Блынский Ю.Н.** Современные представления об оптимизации состава машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий // Научная жизнь. – 2016. – № 6. – С. 28–36.
11. **Корчуганова М.А., Сырбаков А.П., Захарова А.А., Бережнов Н.Н., Колегов П.С.** Технологии удаленного доступа при проектировании оптимального плана эксплуатации машинно-тракторного парка // Вестн. ИрГЦХА. – 2011. – № 45. – С. 91–95.

#### REFERENCES

1. **O Gosudarstvennoi programme razvitiya sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya rynkov sel'skoko khozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody** // Postanovlenie Pravitel'stva RF. – M.: Pravitel'stvo RF. – 2012. – 173 s.
2. **Bobrova T.N., Kolpakova L.A., Lapchenko E.A., Isakova S.P.** Primenenie informatsionnykh tekhnologii pri planirovanii proizvodstva zerna // Vychislitel'nye tekhnologii. – 2016. – T. 21, № 1. – S. 41–52.
3. **Al't V.V., Isakova S.P., Lapchenko E.A.** Matematicheskaya model' formirovaniya optimal'nogo mashinno-traktornogo parka s uchetom chelovecheskogo faktora // Trudy XIII Mezhdunar. konf.



- «Aktual'nye problemy elektronnoy priborostroyeniya» APEP – 2016, 3–5 oktyabrya 2016 g. – Novosibirsk: NGTU, 2016. – T.9. – S. 135–138.
4. **Isakova S.P., Lapchenko E.A.** Web-kompleks na baze matematicheskoy modeli formirovaniya optimal'nogo mashinno-traktornogo parka // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2016. – № 5. – S. 77–83.
  5. **Alt V.V., Isakova S.P., Lapchenko E.A.** The mathematical model of forming of optimal combination of machine and tractor park subject to social factor // 2016 13th International conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings APEIE – Novosibirsk: NSTU, 2016. – V1, pt 2. – P. 523–526.
  6. **Dokin B.D., Martynova V.L., Elkin O.V.** Informatsionnye tekhnologii vybora tekhnologicheskogo i tekhnicheskogo obespecheniya vozdeystviya zernovykh v Sibiri // Nauchno-tekhnicheskii progress v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve. Agrarnaya nauka sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belarusi i Bolgarii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. – 2016. – T. 2. – S. 287–291.
  7. **Valge A.M., Papushin E.A.** Optimizatsiya sostava mashinno-traktornogo parka na osnove teorii mnozhestv // Sbornik nauchnykh trudov IAEP. – 2015. – Vyp. 86. – S. 79–89.
  8. **Elkin O.V.** Primenenie mnogokriterial'noi otsenki ispol'zovaniya tekhniki i resursov sel'khozpredpriyatiya // Sib. vest. s.-kh. nauki. – 2016. – № 5 (252). – S. 64–70.
  9. **Pazova T.Kh., Shekikhachev Yu.A., Sokhrokov A.Kh., Dokhov M.P.** Optimizatsiya sostava mashinno-traktornogo parka // Nauchn. zhurnal KubGAU. – 2012. – № 75(01). – [Elektronnyi resurs]: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/69.pdf>.
  10. **Dokin B.D., Elkin O.V., Martynova V.L., Blynskii Yu.N.** Sovremennye predstavleniya ob optimizatsii sostava mashinno-traktornogo parka sel'skokhozyaistvennykh predpriyatiy // Nauchnaya zhizn'. – 2016. – № 6. – S. 28–36.
  11. **Korchuganova M.A., Syrbakov A.P., Zakharova A.A., Berezhnov N.N., Kolegov P.S.** Tekhnologii udalennogo dostupa pri proektirovanii optimal'nogo plana ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka // Vestn. IrGSKhA. – 2011. – № 45. – S. 91–95.

## THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES WITH THE PIKAT WEB COMPLEX IN AGRICULTURE

**O.V. ELKIN, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher,  
E.A. LAPCHENKO, Senior Researcher,  
S.P. ISAKOVA, Senior Researcher**

*Siberian Physical-Technical Institute of Agrarian Problems, SFSCA RAS  
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia  
e-mail: sibfti.n@ngs.ru*

Information technologies make it possible to more effectively use resources of an agricultural enterprise due to monitoring and timely management of the production processes. A software complex called PIKAT has been developed to solve tasks in forming machine-and-tractor fleets at agricultural enterprises. The program allows us to accomplish tasks in planning an annual work complex taking into account changing production conditions. By way of example of a certain farm located in Novosibirsk Region, there were made calculations to determine the optimum structure of a machine-and-tractor fleet taking into account the structure of sown areas, available machinery and machine-operators for different crop cultivation technologies. The calculations of the PIKAT specialized web complex have shown that changing over of an agricultural enterprise to the intensive technology will reduce a need for machine-operators by 33 percent, and costs for fuel and lubricants by up to 20 percent due to the effective use of machine and human resources.

**Keywords:** machine-and-tractor fleet, remote access technology, software complex, process chart.

*Поступила в редакцию 06.06.2017*



**РЕЦЕНЗИЯ НА МОНОГРАФИЮ Г.Д. ЧИМИТДОРЖИЕВОЙ  
«ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ХОЛОДНЫХ ПОЧВ»  
(УЛАН-УДЭ: ИЗД-ВО БНЦ СО РАН, 2016. – 384 с.)**

В Бурятском научном центре СО РАН опубликована монография профессора Г.Д. Чимитдоржиевой «Органическое вещество холодных почв». В книге обобщены результаты многолетних исследований автора, создавшего и возглавляющего одну из известных научных школ в Российской Федерации по органическому веществу почв.

Монография состоит из 11 глав, заключения и обширного, тщательно подобранного списка литературы. Книга иллюстрирована 78 таблицами и 100 рисунками. В главе 1 представлен аналитический обзор литературы по истории изучения гумуса почв, теории научных взглядов на механизмы образования гумуса, методам идентификации гумусовых веществ, приведены данные о роли криогенных процессов в формировании углеродного баланса в почвах. В главе 2 рассмотрены специфические черты условий почвообразования в Забайкалье, где из-за горно-котловинного рельефа нарушается зональный характер распределения тепла и влаги и соответственно растительности. Это определяет своеобразие направленности и режимов «зональных» почвенных процессов, а также специфику сформировавшихся здесь почв, которые не имеют аналогов ни в Европейской части России, ни в других регионах Сибири. Характерные черты почв Забайкалья: небольшая мощность гумусового горизонта с укороченным почвенным профилем, длительное нахождение в мерзлом состоянии, сильное переохлаждение верхних слоев зимой, глубокое промерзание и медленное оттаивание, низкая температура и относительно высокая влажность в нижней части профиля на протяжении всего периода вегетации. При этом совпадение периодов высо-

ких температур и наибольшего выпадения осадков обуславливает высокую активность всех биологических процессов в почвах в пределах короткого периода. Именно этот отрезок времени в значительной мере определяет направление и скорость биологического круговорота веществ в почвах Забайкалья, а следовательно, и основные черты гумусообразования. В главе 3 описаны источники гумуса, проведен сравнительный анализ состава растительных остатков в целинных почвах и агроценозах. Отмечена их общая черта – высокое содержание лигнина, что, как отмечает автор, можно оценить как приспособительную реакцию растений к неблагоприятным засушливым и холодным условиям среды. Приведены экспериментальные данные по параметрам гумификации различных источников углерода. Показано, что коэффициент гумификации навоза в холодных почвах Забайкалья составляет около 8 %, растительных остатков – 2–5 %. Автор приходит к выводу, что в зерновых агроценозах региона, где максимальное количество пожнивных остатков составляет около 3 т/га, ежегодное образование гумуса невелико. В главах 4–7 подробно рассмотрены фракционный состав гумуса основных почв Забайкалья, элементный состав гуминовых кислот (ГК), функциональные группы ГК, электронные спектры поглощения ГК, количественная спектроскопия молекулярных структур ГК методом  $^{13}\text{C}$ -ЯМР, молекулярно-массовое распределение ГК, фиксация тяжелых металлов в гумусовых веществах. В главе 8 проведен сравнительный анализ элементного состава молекул ГК почв Забайкалья, Западной Сибири и Европейской части России. По результатам проведенных иссле-

дований автор делает вывод, что в резко континентальном климате Забайкалья проявляется тренд отступления от правил кинетической теории гумусообразования Д.С. Орлова. Обуглероженность и степень бензоидности ГК, по-видимому, являются индикаторами типовой принадлежности почв только в условиях сравнительно мягкого и умеренно континентального климата, так как с усилением степени континентальности климата степень бензоидности ГК имеет тенденцию к снижению, особенно в почвах черноземного типа.

В главе 9 на основе учета основных составляющих баланса сделан вывод, что в преобладающих типах почв Забайкалья баланс углерода положительный. Накопление ОВ в этих почвах обусловливается сравнительно небольшими потерями углерода в виде  $\text{CO}_2$  из-за сухости климата и значительными запасами холода в почвенном профиле. Главы 10–11 посвящены вопросам оптимизации гумусового и азотного режимов, а также охране почв Забайкалья. Воспроизводство гумуса автор рассматривает как необходимость сохранения и накопле-

ния в почвах специфических гумусовых веществ. Выполненные на основе результатов полевых опытов расчеты показывают, что для этого необходимо ежегодно применять высокие дозы навоза (50–60 т/га) – значительно больше, чем требуется для повышения урожайности культур.

Представленные в монографии результаты исследований вносят существенный вклад в изучение структуры, состава, динамики образования и разложения гумусовых веществ в почвах Забайкалья. Книга является практически первым обобщающим трудом в изучении гумусовых веществ в почвах мерзлотных областей Евразии. По объему экспериментальных данных и их наглядному представлению монография может служить своеобразным справочником по органическому веществу холодных почв. Книга будет полезна широкому кругу читателей – исследователям гумуса почв, студентам биологического и агрономического профиля, почвоведом, агрохимикам, географам, экологам, специалистам сельского хозяйства и природопользования.

Руководитель СиБНИИЗиХ СФНЦА РАН доктор биологических наук *И.Н. Шарков*,  
главный научный сотрудник СФНЦА РАН доктор биологических наук *А.А. Данилова*

---

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Представляемая статья должна содержать новые, еще не опубликованные, результаты научных исследований и соответствовать одной из следующих рубрик журнала: «Биотехнология», «Земледелие и химизация», «Растениеводство и селекция», «Садоводство», «Кормовая база», «Защита растений», «Животноводство», «Ветеринария», «Рыбоводство», «Переработка сельскохозяйственной продукции», «Механизация и электрификация», «Автоматизация, моделирование и информационное обеспечение», «Экономика». Статьи аспирантов публикуются в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения». Необходимо представить документ, подтверждающий обучение в аспирантуре. Обязательна рекомендация научного руководителя.

На публикацию представляемых в редакцию материалов требуются письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились работы. Рукопись подписывается автором (соавторами), подтверждая своё участие в выполнении представляемой работы и удостоверяя согласие с содержанием рукописи. Сведения об авторах (соавторах) заполняются согласно представленной анкете на русском и английском языках.

### Анкета автора

- Фамилия, имя, отчество (полностью)
- Ученая степень
- Место работы (полное название организации и подразделения)
- Должность
- Почтовый адрес места работы
- Контактные телефоны (служебный, домашний, мобильный), факс, e-mail
- Отдельно следует выделить автора, ответственного за связь с редакцией и указать контактный e-mail и мобильный телефон

По представленной форме заполняется **Авторская справка** <http://sibvest.elpub.ru/>, выражающая согласие на открытое опубликование статьи в печатном варианте журнала и его электронной копии в сети интернет;

Полный пакет документов (сопроводительное письмо, анкеты авторов, авторская справка, статья в двух экземплярах на одной стороне стандартного листа формата А4) направить по адресу: . 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, а/я 463, сектор редакционно-издательской деятельности СФНЦА РАН.

Необходимо также предоставить электронный вариант рукописи по электронной почте: Vestnik.nsk@ngs.ru. Запись на электронном носителе должна быть идентична оригиналу на бумаге. Текст оформляется в программе Word, кеглем 14, шрифтом TimesNewRoman, с интервалом 1,5, все поля 2,0 см, нумерация страниц внизу и посередине.

Объем статьи, включая таблицы, иллюстрации и библиографию, не должен превышать 10 страниц компьютерного набора; статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 4 страниц.

Порядок оформления статьи: УДК, инициалы и фамилия автора, ученое звание и степень, должность, полное название научного учреждения, в котором проведены исследования, адрес электронной почты автора, заголовок статьи (не более 70 знаков), реферат на русском и английском языках (не менее 1500 - 2000 знаков каждый), ключевые слова (5–10), основной текст статьи, библиографический список (не менее 15 источников).

### РЕФЕРАТ

Реферат является кратким и последовательным изложением материала статьи по основным разделам и должно отражать основное содержание, следовать логике изложения материала и описания результатов в статье с приведением конкретных данных.

#### **ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН СТАТЬИ, ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ:**

- постановка проблемы, цель, задачи исследования;
- условия, методы (методика) исследования, описание объекта, место и время проведения исследования;
- результаты исследования и их обсуждение;
- заключение или выводы.

#### **План статьи <http://sibvest.elpub.ru/>**

Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями и правилами составления библиографической ссылки (ГОСТ Р 7.05– 2008) в виде общего списка в порядке цитирования: в тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана; библиографические данные приводятся по титульному листу издания, все элементы библиографического перечня отделяются друг от друга тире; цифры, обозначающие том, выпуск, издание, страницы, ставятся после сокращенного слова, например: Т. 3, вып. 8. – С. 15–20.

Схема перечня библиографических данных:

- для монографий – фамилия и инициалы автора или первых четырех (если это коллективная монография, ссылка дается на название книги), название книги, повторность издания, место издания, название издательства, год издания, номер тома, общий объем.
- для статей – фамилия, инициалы автора или первых трех и др., название статьи, если это журнал – его название, год выпуска, том, номер, страницы, если сборник – его название, место издания, издательство, год издания, номер тома, выпуска, страницы.

#### **Примеры оформления библиографических ссылок <http://sibvest.elpub.ru/>**

Формулы должны быть напечатаны четко. Необходимо соблюдать различия между одинаковыми по начертанию прописными и строчными буквами, подчеркивая прописные буквы двумя черточками снизу. Латинские буквы размечаются волнистой чертой снизу.

Таблицы и рисунки должны иметь порядковый номер и название. Диаграммы следует представлять в программе Excel (с базой данных, на основе которой они построены). На осях абсцисс и ординат графиков указываются величины и единицы измерения. Не рекомендуется рисунки загромождать надписями, лучше детали занумеровать и расшифровать в подрисуночной подписи или тексте статьи. Фотографии представляются в формате \*jpg, \*tiff. Всем иллюстрациям нужно дать сквозную нумерацию. Ссылки на иллюстративный материал приводятся в тексте статьи в круглых скобках. Необходимо избегать повторений данных в таблицах, графиках и тексте статьи.

Корректурa дается авторам лишь для контроля. Стилистическая правка, дополнения и сокращения не допускаются.

Число публикаций одного автора в номере журнала не должно превышать двух, при этом вторая статья допустима лишь в соавторстве.

Плата за публикацию статей в журнале с аспирантов не взимается, для иных авторов статьи в журнале публикуются на платной основе.

После прохождения рецензирования рукописи редакция направляет в адрес организации или автора счет (квитанцию) для оплаты.

Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи СФНЦА РАН.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать рукописи, не отвечающие настоящим требованиям.

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят рецензирование, по результатам которого редколлегия принимает решение о целесообразности опубликования материалов