



Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

2017 Том 12 № 4

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4

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

Научный журнал

Издается с 2006 г.

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-61171 от 30.03.2015 г.

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

Главный редактор

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

E-mail:

plushchikov_vg@rudn.university

Заместитель

главного редактора

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

E-mail:

nikitchenko_ve@rudn.university

Ответственный

секретарь

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

E-mail:

terekhin_aa@rudn.university

Члены редакционной коллегии

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Вестник Российского университета дружбы народов.

Серия: АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

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

4 выпуска в год.

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

Входит в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ.

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

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

Цели и тематика

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

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

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

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

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

Электронный адрес: agrojournalrudn@rudn.university.

Редактор: К.В. Зенкин

Компьютерная верстка: Е.П. Довголевская

Адрес редакции:

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

Почтовый адрес редакции

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

Подписано в печать 12.12.2017. Выход в свет 22.12.2017. Формат 70×100/16.

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

Усл. печ. л. 10.23. Тираж 500 экз. Заказ № 1598. Цена свободная.

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

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

© Российский университет дружбы народов, 2017



RUDN JOURNAL OF AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES

2017 VOLUME 12 No. 4
DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4
<http://journals.rudn.ru/agronomy>

Founded in 2006

Founder: PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY OF RUSSIA

EDITOR-IN-CHIEF

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

E-mail:

plushchikov_vg@rudn.university

DEPUTY CHIEF EDITOR

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

E-mail:

nikitchenko_ve@rudn.university

EXECUTIVE SECRETARY

Dr. Teryokhin A.A.

RUDN University, Russia

E-mail:

terekhin_aa@rudn.university

EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4 issues per year

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

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

Aims and Scope

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

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

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

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

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

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

E-mail: agrojournalrudn@pfur.ru.

Editor *K.V. Zenkin*

Computer design *E.P. Dovgolevskaya*

Address of the Editorial Board:

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

Postal Address of the Editorial Board:

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

Printing run 500 copies. Open price

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

Printed at RUDN Publishing House:

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

© Peoples' Friendship University of Russia, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Микитин С.В., Шуравилин А.В., Бородычев В.В., Новиков А.Е.** Влияние обработки почвы и минерального питания на динамику биологической активности и NPK при возделывании ярового ячменя 295
- Туманян А.Ф., Кади Силла, Щербакова Н.А., Бондаренко А.Н., Терехин А.А.** Увеличение продуктивности огурца в открытом грунте в почвенно-климатических условиях Нижнего Поволжья 305
- Бадран А., Савин И.Ю.** Морфологический отклик горького миндаля (*Prunus Amygdalu*) на азотное нано-удобрение на ранних стадиях развития 312
- Диловарова Т.А., Смесова С.В., Баранова Е.Н., Федореева Л.И.** Короткие пептиды регулируют рост каллусной культуры табака *Nicotiana tabacum* L. 323

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

- Какпо Р., Савин И.Ю.** Возможности распознавания почв Бенина по спутниковым изображениям Landsat 332

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

- Поддубский А.А., Захарова О.А., Евсенкин К.Н., Шуравилин А.В.** Регулирование водного режима торфяных почв Мещерской низменности шлюзованием 341

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

- Абдуллаева А.М., Серегин И.Г., Никитченко В.Е.** Микробиологический мониторинг коммерческих полуфабрикатов из мяса птицы 350

ВЕТЕРИНАРИЯ

- Ленченко Е.М., Кхай Ф.В., Ватников Ю.А., Медведев И.Н., Гаврилов В.А.** Этиологическая структура и дифференциальная диагностика сальмонеллеза птиц 359
- Махамат Нгуерабе Ямтитина, Бан-Бо Бебанто Антипас, Макаров В.В.** Заболеваемость крупного рогатого скота сибирской язвой в республике Чад 368

CONTENTS

CROP PRODUCTION

- Mikitin S.V., Shuravilin A.V., Borodychev V.V., Novikov A.E.** Influence of soil and mineral food processing on the dynamics of biological activity and NPK in cold yarns 295
- Tumanyan A.F., Kadi Silla, Shcherbakova N.A., Bondarenko A.N., Terekhin A.A.** Increase of cucumber productivity in open field in the Lower Volga region 305
- Badran A., Savin I.Y.** Morphological response of bitter almonds *Prunus Amygdalus* to nitrogen nano-fertilizer in early stages of growth 312
- Dilovarova T.A., Smesova S.V., Baranova E.N., Fedoreyeva L.I.** Short peptides regulate the grow of callus culture tobacco *Nicotiana tabacum* L. 323

LAND MANAGEMENT AND CADASTRE

- Kakpo R., Savin I.Yu.** Possibilities of detecting of soils of Benin based on Landsat satellite image 332

SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

- Poddubsky A.A., Zakharova O.A., Evsenkin K.N., Shuravilin A.V.** Regulation of the water regime of peat earth Mechanical low-direction by scaling 341

VETERINARY SANITARY INSPECTION

- Abdullaeva A.M., Seryogin I.G., Nikitchenko V.E.** Microbiological monitoring of commercial poultry meat semi-finished products 350

VETERINARY SCIENCE

- Lenchenko E.M., Phan Van Khay, Vatnikov Yu.A., Medvedev I.N., Gavrilov V.A.** Etiological structure and differential diagnostics of salmonellosis of birds 359
- Mahamat Nguerabe Yamtitina, Ban-Bo Bebanto Antipas, Makarov V.V.** Morbidity of cattle with anthrax in the republic of Chad 368

РАСТЕНИЕВОДСТВО

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-295-304

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ДИНАМИКУ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И НРК ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

С.В. Микитин¹, А.В. Шуравилин¹,
В.В. Бородычев², А.Е. Новиков^{3,4}

¹Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Макляя, 6, Москва, Россия, 117198

²ФГБНУ Всероссийский НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова
ул. Большая Академическая, 44-2, г. Москва, Россия, 127550

³ФГБНУ Всероссийский НИИ орошаемого земледелия
ул. им. Тимирязева, 9, г. Волгоград, Россия, 400002

⁴ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет
пр. им. Ленина, 28, г. Волгоград, Россия, 400005

Применение научно обоснованных доз удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур не приводит к выносу питательных элементов из естественных запасов органической и минеральной части почвы микрофлорой. При этом способы и сроки внесения минеральных удобрений необходимо увязывать с технологией подготовки почвы и влагообеспеченностью. Азотные удобрения из-за их быстрого улетучивания рекомендуется вносить под предпосевную культивацию с заделкой в поверхностный слой, а фосфорные, как малоподвижные — вместе с основной обработкой почвы. В связи с этим в исследованиях существенного влияния способов основной обработки почвы с внесением и без внесения азота на его динамику по слоям не выявлено. Глубокая безотвальная обработка почвы позволяет существенно больше накапливать и дольше сохранять влагу в почвенных слоях; в сравнении с классической лемешно-отвальной вспашкой и плоскорезной обработкой в метровом слое почвы дополнительные запасы влаги перед посевом культуры составляют соответственно 300 и 230 м³/га, в фазу трубоквание — колошение ячменя — 256 и 189 м³/га, в фазу молочной спелости — 270 и 128 м³/га. Дефицит влаги снижает биологическую активность почвы, в связи с этим влагосберегающие способы основной обработки почвы имеют особенно большое значение в условиях неорошаемого земледелия не только на урожайность сельскохозяйственных культур, но и на процессы гумусообразования. Суммарное накопление аминокислот в полуметровом слое в варианте с глубокой безотвальной обработкой почвы перед посевом ячменя составляло 424 мкг амин. / г полотна, в фазу трубоквание — колошение — 400 мкг амин. / г полотна, в фазу молочной спелости — 210 мкг амин. / г полотна. Полученные значения выше в сравнении с данными по контролю и варианту с плоскорезной обработкой почвы на 7 и 18%, 48 и 32%, 10 и 36% соответственно. Положительная динамика по продуктивной влаге и накоплению аминокислот в варианте с глубокой безотвальной обработкой почвы, внесением расчетных доз фосфора под основную обработку и азота под предпосевную культивацию подействовала на существенную прибавку зерна по отношению к контролю на уровне 0,4 т/га, варианту с мелкой обработкой — на уровне 0,35 т/га.

Ключевые слова: биологическая активность почвы, способы обработки почвы, яровой ячмень, урожайность, влажность, макроэлементы

Введение. Микроорганизмы являются ключевым фактором почвообразовательного процесса, биологического круговорота веществ и процессов самоочищения почвы. В результате их жизнедеятельности происходит формирование и обновление гумуса, минерализация органического вещества, деструкция и новообразование почвенных минералов. От характера и интенсивности, протекающих в почве микробиологических процессов, их взаимоотношения с растениями в основном зависит продуктивность сельскохозяйственных угодий [1].

Микрофлора почвы постоянно находится в динамике, при воздействии природных или антропогенных факторов на среду обитания микроорганизмов происходит изменение их биомассы, биоразнообразия, структуры почвенной биоты, скорости и вектора биохимических процессов, осуществляемых ими.

Использование земель в качестве сельскохозяйственных угодий сопровождается многократными механическими обработками и проходами тяжелой энергонасыщенной техники, водно-химическими мелиорациями и другими техногенными нагрузками, которые приводят к физической деградации — переуплотнению почвы, а это влечет за собой нарушения в работе почвенных микроорганизмов [2, 3].

При возделывании сельскохозяйственных культур происходит поглощение растениями основных макроэлементов: в пересчете на 1 т зерновых из почвы выносятся азота — 30—32 кг, фосфора — 10—12 кг, калия — от 15 кг до 30 кг. Снижение количества *НПК* приводит к тому, что микроорганизмы выносят макроэлементы из естественных запасов органической и минеральной части почвы, происходит деградация гумуса и потеря плодородия. Оптимальное применение минеральных удобрений не приводит к гибели почвенной микрофлоры, а лишь вызывает изменение в соотношении сообществ микроорганизмов, увеличивая дозу аэробных за счет снижения анаэробных. При этом общая численность микроорганизмов может снижаться, но это не приводит к ухудшению трофических цепей в питании растений и нарушению гомеостаза агроценоза [1].

Цель работы — изучение различных способов основной обработки светло-каштановой почвы, глубины и сроков внесения минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя Ергенинский 2, динамику биологической активности и содержание *НПК* по слоям почвы.

Материалы и методика. Исследования проводились на светло-каштановых почвах опытного поля учебного научно-производственного центра «Горная Поляна» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ в четырехпольном зернопропашном севообороте пар черный — пшеница озимая — сорго зерновое — ячмень яровой. Изучение различных способов основной обработки почвы, глубины и сроков внесения минеральных удобрений на динамику биологической активности и содержание *НПК* по слоям почвы производили под замыкающей севооборотной культурой — яровой ячмень Ергенинский 2.

Данные исследования являются продолжением ранее проведенных [4], где определены сроки посева культуры, выполнен анализ почвенно-климатических условий, тепло- и влагообеспеченность региона.

В исследованиях использовались стандартные методы. Все образцы отбирались в четырехкратной повторности с динамических площадок. Посевы закладывались рендомезированным методом также в четырехкратной повторности [5]. Биологическую активность почвы определяли аппликационным методом [6, 7], а влажность почвы — термостатно-весовым методом.

Динамику подвижного фосфора и обменного калия по слоям почвы изучали по методу Мачигина [8], нитратов — по методу ЦИНАО [9].

Учет урожая проводили в фазу полной спелости методом прямого комбайнирования с пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту [5].

Существующие различные научно-производственные подходы по оптимальному выбору способов основной обработки почвы и внесения минеральных удобрений при возделывании ярового ячменя [10, 11], в том числе наши исследования [4, 12, 13] позволили определить схему опыта (табл. 1).

Таблица 1

Варианты опыта возделывания ярового ячменя

Варианты	Способ и орудие обработки почвы	Глубина обработки, м	Дозы удобрений	Глубина и сроки внесения удобрений
Контроль	Отвально-лемешная, ПН-4-35	0,20—0,25	без удобрений	—
1	Мелкая, КПШ-5	0,10—0,15	$N_{60} P_{50}$	поверхностное внесение под предпосевную культивацию
2	Глубокая безотвальная, СибимЭ	0,26—0,30	N_{60}	поверхностное внесение под предпосевную культивацию
			P_{50}	внесение совместно с основной обработкой почвы

Результаты. Анализ результатов исследований (табл. 2) показывает, что во всех вариантах наблюдается сезонная динамика содержания нитратного азота по слоям почвы. Максимальное значение показателя фиксируется в фазу кушения культуры, в течение периода вегетации наблюдается его плавное снижение и резкий скачок в конце периода вегетации ячменя. Такая динамика накопления минеральных азотистых соединений в слоях почвы обусловлена сезонными колебаниями микробиологических процессов трансформации NO_3 в почве и потреблением его возделываемой культурой. В частности, минимальные значения NO_3 в слое 0,0—0,1 м, 0,1—0,2 м и 0,2—0,4 м приходятся на фазу выход в трубку — колошение, сопровождающийся интенсивным потреблением азота. Несколько более высокое содержание нитратного азота во втором и третьем вариантах в сравнении с контролем обусловлено внесением на них расчетных доз удобрений на уровне 60 кг д.в./га под предпосевную культивацию. В результате статистической обработки массива данных распределения нитратного азота по слоям почвы в зависимости от способа ее обработки и глубины внесения удобрений для принятого 5% уровня значимости существенных различий не выявлено.

Таблица 2

Динамика макроэлементов по слоям почвы, мг/кг

Дата отбор проб	N ₀₃			P			K		
	0—0,1, м	0,1—0,2, м	0,2—0,4, м	0—0,1, м	0,1—0,2, м	0,2—0,4, м	0—0,1, м	0,1—0,2, м	0,2—0,4, м
Контроль									
24/05	4,1	5,1	5,5	49,2	37,0	35,1	308	292	262
12/06	3,9	4,6	5,1	37,2	26,4	28,6	292	277	129
20/07	2,8	4,5	4,9	12,4	11,2	9,9	200	185	169
01/08	10,2	9,8	9,8	28,0	20,4	16,5	246	185	160
Среднее	5,25	6,0	6,33	31,7	23,8	22,5	261,5	234,8	180,0
Вариант 1									
24/05	9,8	8,5	9,8	76,4	48,0	52,5	277	264	231
12/06	5,9	6,9	6,2	67,8	40,8	44,4	277	231	185
20/07	3,1	3,9	3,5	27,5	26,4	23,5	231	185	169
01/08	8,7	6,2	3,1	28,5	22,4	23,0	231	200	143
Среднее	6,9	6,4	5,7	50,05	34,4	35,85	254	220	182
Вариант 2									
24/05	9,8	7,4	9,8	86,4	62,0	55,9	431	323	262
12/06	3,9	3,9	3,9	47,2	46,0	40,2	385	308	185
20/07	4,4	3,9	2,8	38,2	32,4	30,5	340	169	129
01/08	11,0	9,3	9,8	45,2	34,8	30,6	340	354	277
Среднее	7,23	6,1	6,6	54,25	43,8	39,3	374	288,5	213,3

Динамика фосфора и калия в целом схожа с динамикой азота. В результате статистической обработки массива данных распределения подвижного фосфора по слоям почвы установлено, что все варианты достоверны. При безотвальной и мелкой обработке почвы средние значения фосфора за вегетационный период существенно превышают его значение на контрольном варианте. Соответственно в слое 0,0—0,1 м — на 22,55 мг/кг и 18,35 мг/кг ($НСР_{05} = 17,4$ мг/кг), в слое 0,1—0,2 м — на 20,05 мг/кг и 10,65 мг/кг ($НСР_{05} = 6,14$ мг/кг), в слое 0,2—0,4 м — на 16,775 мг/кг и 13,325 мг/кг ($НСР_{05} = 6,08$ мг/кг).

Статистическая обработка данных по распределению калия по слоям почвы показала, что в слое 0,0—0,1 м вариант 1 несущественно отличается от контроля, а вариант 2, наоборот, на 112,5 кг/мг его превосходит ($НСР_{05} = 29,63$ мг/кг). В слое 0,1—0,2 м и 0,2—0,4 м все варианты между собой различаются несущественно.

Задачами основной обработки почвы является создание благоприятных для выращиваемых культур водного, воздушного, пищевого и теплового режимов, и, соответственно, интенсификация микробиологических и химических процессов гумусообразования. При этом положительное воздействие на указанные режимы и процессы достигается при создании оптимальных водно-физических свойств, из которых для условий неорошаемого земледелия и засушливого климата лимитирующим является влагоемкость почвы. Запасы продуктивной влаги (среднее значение из четырех повторностей) в метровом слое в различные фазы вегетации ячменя показаны на рис. 1.

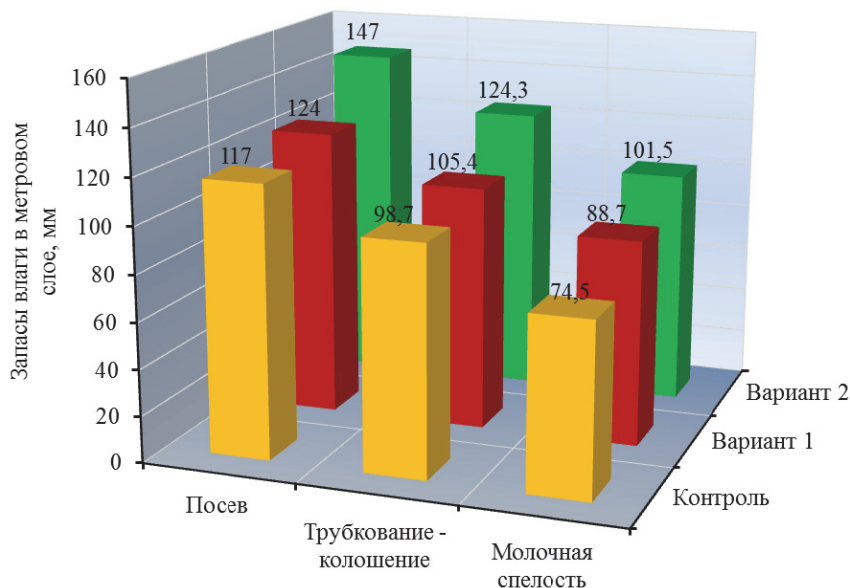


Рис. 1. Запасы продуктивной влаги в метровом слое при возделывании ярового ячменя, мм

Результаты исследования показывают, что при глубокой безотвальной обработке почвы накопление и сохранение продуктивной влаги в метровом слое происходит соответственно интенсивнее и дольше в сравнении с другими вариантами, что обусловлено большей глубиной рыхления и разрушением плужной «подшвы», формируемой при традиционных системах обработки, в том числе и плоскорезной. Статистический анализ массива данных по влажности почвы на 5% уровне значимости показал, что все варианты достоверны. Так, запасы продуктивной влаги перед посевом культуры в варианте с мелкой обработкой выше на 7 мм в сравнении с контролем, а в варианте с глубокой безотвальной обработкой — соответственно на 30 мм ($НСР_{05} = 4,24$ мм). Подобная тенденция сохраняется вплоть до уборки ячменя: в фазу выход в трубку — колошение варианты 1 и 2 превосходят вариант с классической лемешно-отвальной вспашкой на 6,7 мм и 25,6 мм ($НСР_{05} = 4,83$ мм), а в фазу молочной спелости — на 14,2 мм и 27,0 мм соответственно ($НСР_{05} = 2,0$ мм). Преимущество варианта с мелкой обработкой над контролем обусловлено меньшим испарением с поверхности. При плоскорезном рыхлении (вариант 1) растительные остатки не заделываются на глубину (контроль), а остаются на поверхности почвы, тем самым создается мульчирующий слой, способствующий сохранению влаги.

Вектор и интенсивность процессов трансформации органических и минеральных веществ в почве характеризуются ее биологической активностью, которая тесно коррелирует с урожайностью сельскохозяйственных культур. Снижение биологической активности указывает на деграционные явления, протекающие в почве, а повышение — на положительную динамику, способствующую гумусообразованию. Анализ результатов исследований показывает, что во всех вариантах максимальное значение биологической активности почвы по накоплению аминокислот (табл. 3) фиксируется перед посевом ячменя.

Таблица 3

Динамика биологической активности, мкг амин./г полотна

Слой почвы, м	Контроль	Вариант 1	Вариант 2
Перед посевом ячменя			
0,0—0,1	135	128	137
0,1—0,2	76	100	110
0,2—0,3	84	52	73
0,3—0,4	54	36	52
0,4—0,5	46	33	52
Фаза трубкования — колошения			
0,0—0,1	62	66	110
0,1—0,2	38	85	76
0,2—0,3	38	19	55
0,3—0,4	26	44	60
0,4—0,5	42	57	99
Фаза молочной спелости			
0,0—0,1	61	41	79
0,1—0,2	39	34	37
0,2—0,3	28	10	36
0,3—0,4	19	18	24
0,4—0,5	42	32	34

Динамика показателя носит плавный нисходящий характер, как по слоям почвы, так и в течение вегетации ячменя. Такая динамика обусловлена постепенным снижением запасов продуктивной влаги, как в течение вегетационного периода, так и по слоям почвы. В условиях неорошаемого земледелия влага в почве является определяющим фактором не только для получения стабильных и достаточных урожаев сельскохозяйственных культур, но и для развития микроорганизмов. Большие запасы влаги в варианте с глубокой безотвальной обработкой почвы в сравнении с контролем и вариантом с мелкой обработкой способствовали интенсивному развитию микроорганизмов, суммарное накопление аминокислот в полуметровом слое перед посевом ячменя составляло 424 мкг амин. / г полотна против 395 и 349 мкг амин. / г полотна соответственно. В фазу трубкование — колошение и молочная спелость данный показатель в варианте 2 составил соответственно 400 и 210 мкг амин. / г полотна против 206 и 189 мкг амин. / г полотна на контроле, 271 и 135 мкг амин. / г полотна в варианте 1. Кроме того, внесение Р под основную обработку почвы, осадки за осенне-зимне-весенний период и влагонасыщение глубоких слоев почвы в совокупности интенсифицировали процесс перехода фосфатов в доступные формы питания для растений и микроорганизмов. В результате биологическая активность по суммарному накоплению аминокислот в варианте 2 в фазу трубкование — колошение (наиболее засушливый период в течение вегетации ячменя) выше на 48%, чем на контроле, и на 32% — чем в варианте с мелкой обработкой.

Эффективность технологических операций, применяемых при возделывании сельскохозяйственной культуры, определяется ее урожайностью. При возделывании ячменя по схеме с классической лемешно-отвальной обработкой почвы урожайность составила 1,95 т/га, в варианте с мелкой обработкой почвы пропашным культиватором — 2,00 т/га, а в варианте с глубокой безотвальной обработкой почвы — 2,35 т/га. Таким образом, прибавка зерна в варианте с мелкой обработкой почвы и внесением расчетных доз удобрений под предпосевную культивацию по отношению к контролю составляет 0,05 т/га. В варианте с глубокой безотвальной обработкой почвы, внесением фосфора под основную обработку, а азота — под предпосевную культивацию прибавка зерна по отношению к контролю составляет 0,4 т/га ($НСР_{05} = 0,03$ т/га).

Выводы. Урожайность сельскохозяйственных культур тесно коррелирует с биологической активностью почвы, которая определяет направление и скорость процессов преобразования органических и минеральных элементов в почве. Снижение биологической активности указывает на деграционные явления, а повышение — на положительную динамику гумусообразования. Нарушение баланса в почве питательных элементов, связанных с их выносом урожаем и поглощением микроорганизмами, приводит к деградациии гумуса и потери плодородия. Применение научно обоснованных доз удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур не приводит к выносу питательных элементов из естественных запасов органической и минеральной части почвы микрофлорой. При этом способы и сроки внесения минеральных удобрений необходимо увязывать с технологией подготовки почвы и влагообеспеченностью. Азотные удобрения из-за их быстрого улетучивания рекомендуется вносить под предпосевную культивацию с заделкой в поверхностный слой, а фосфорные, как малоподвижные — вместе с основной обработкой почвы. В связи с этим в исследованиях существенного влияния способов основной обработки почвы с внесением и без внесения азота на его динамику по слоям не выявлено.

Глубокая безотвальная обработка почвы позволяет существенно больше накапливать и дольше сохранять влагу в почвенных слоях. В сравнении с классической лемешно-отвальной вспашкой и плоскорезной обработкой (при относительно глубоком рыхлении до 0,3 м) в метровом слое почвы дополнительные запасы влаги перед посевом культуры составляют соответственно 300 и 230 м³/га, в фазу трубкование — колошение ячменя — 256 и 189 м³/га, в фазу молочной спелости — 270 и 128 м³/га.

Дефицит влаги снижает биологическую активность почвы, в связи с этим влагосберегающие способы основной обработки почвы имеют особенно большое значение в условиях неорошаемого земледелия и на урожайность культур, и на процессы гумусообразования. Суммарное накопление аминокислот в полуметровом слое в варианте с глубокой безотвальной обработкой почвы перед посевом ячменя составляло 424 мкг амин. / г полотна, в фазу трубкование — колошение — 400 мкг амин. / г полотна, в фазу молочной спелости — 210 мкг амин. / г полотна. Полученные значения выше в сравнении с данными по контролю и варианту с плоскорезной обработкой почвы на 7 и 18%, 48 и 32%, 10 и 36% соответственно.

Положительная динамика по продуктивной влаге и накоплению аминокислот в варианте с глубокой безотвальной обработкой почвы, внесением расчетных доз фосфора под основную обработку и азота под предпосевную культивацию отразилась на существенной прибавке зерна по отношению к контролю на уровне 0,4 т/га, варианту с мелкой обработкой — на уровне 0,35 т/га.

© С.В. Микитин, А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, А.Е. Новиков, 2017

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] *Гордеев А.В., Романенко Г.А.* Проблема деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России. М.: Росинформагротех, 2008. 67 с.
- [2] *Козина Г.Н.* Микробиологическая активность как один из факторов регулирования урожайности ячменя // *Аграрный вестник Урала*. 2008. № 2. С. 64—66.
- [3] *Пындак В.И., Новиков А.Е.* Агротехническая мелиорация земель в аридных условиях Нижнего Поволжья // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2013. № 4. С. 15—17.
- [4] *Шуравилин А.В., Бородычев В.В., Новиков А.Е., Поддубский А.А.* Урожайность ярового ячменя на каштановой почве Нижнего Поволжья // *Вестник Российского университета дружбы народов*. Серия: Агронимия и животноводство. 2016. № 2. С. 7—14.
- [5] *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- [6] *Звягинцев Д.Г.* Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1980. 224 с.
- [7] *Мишустин Е.Н., Петрова А.Н.* Определение биологической активности почвы // *Микробиология*. 1963. Т. 32. Вып. 3. С. 479—483.
- [8] ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Взамен ГОСТ 26205-84; введ. 01.07.1993. М.: Изд-во стандартов, 1992. 8 с.
- [9] ГОСТ 26488-85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. Введ. 01.07.1986. М.: Изд-во стандартов, 1985. С. 34—37.
- [10] *Мисюряев В.Ю.* Влияние основной обработки светло-каштановой почвы на урожайность ярового ячменя Ергенинский 2 // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2013. Т. 1. № 2-1 (30). С. 72—75.
- [11] *Плескачев Ю.Н., Борисенко И.Б., Мисюряев В.Ю., Коцеев И.А.* Инновационные способы обработки почв при возделывании ячменя // *Плодородие*. 2012. № 6. С. 18.
- [12] *Скориков В.Т., Шуравилин А.В., Зиадин Дия Сами, Бородычев В.В.* Изучение способов обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в засушливых условиях Иордании // *Земледелие*. 2010. № 5. С. 17—18.
- [13] *Кузнецов П.И., Новиков А.Е.* Влияние способа обработки на водно-физические свойства орошаемых светло-каштановых почв // *Мелиорация и водное хозяйство*. 2009. № 2. С. 37—39.

Сведения об авторах:

Микитин Станислав Владимирович — аспирант агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: stanislavpiven@mail.ru

Шуравилин Анатолий Васильевич — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: stanislavpiven@mail.ru

Бородычев Виктор Владимирович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, директор Волгоградского филиала ГНУ ВНИИГиМ; e-mail: stanislavpiven@mail.ru

Новиков Анатолий Евгеньевич — доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник всероссийского ВНИИ орошаемого земледелия, Волгоградского государственного технического университета; e-mail: stanislavpiven@mail.ru

Для цитирования:

Микитин С.В., Шуравилин А.В., Бородычев В.В., Новиков А.Е. Влияние обработки почвы и минерального питания на динамику биологической активности и NPK при возделывании ярового ячменя // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. Т. 12. № 4. С. 295—304. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-295-304.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-295-304

INFLUENCE OF SOIL AND MINERAL FOOD PROCESSING ON THE DYNAMICS OF BIOLOGICAL ACTIVITY AND NPK IN COLD YARNS

**S.V. Mikitin¹, A.V. Shuravilin¹,
V.V. Borodychev², A.E. Novikov^{3,4}**

¹Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

²All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering
and Melioration named after A.N. Kostyakov Str.
Bolshaya Akademicheskaya st., 44/2, Moscow, Russia, 127550

³All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
Named after Timiryazev st., 9, Volgograd, Russia, 400002

⁴Volgograd State Technical University
Named after Lenin ave., 28, Volgograd, Russia, 400005

Abstract. The use of scientifically based doses of fertilizers in the cultivation of crops does not lead to the removal of nutrients from the natural reserves of the organic and mineral soil by microflora. At the same time, the methods and terms for the introduction of mineral fertilizers must be linked with the technology of soil preparation and moisture supply. Nitrogen fertilizers, because of their rapid volatilization, are recommended to be applied for pre-sowing cultivation with sealing in the surface layer, and phosphorous fertilizers, as inactive — along with the main soil treatment. In this connection, in studies of the significant influence of the methods of basic soil cultivation with and without application of nitrogen, its dynamics along layers are not revealed. Deep soil-free tillage allows significantly more accumulation and longer storage of moisture in the soil layers; In comparison with the classical plowing and dumping plowing and planing in a meter layer of soil, the additional moisture reserves before sowing the crop are respectively 300 and 230 m³ / ha, in the tubing phase — barley — 256 and 189 m³/ha, in the phase of milk ripeness — 270 And 128 m³/ha. Deficiency of moisture reduces the biological activity of the soil, in this regard, moisture-saving methods of basic soil cultivation are especially important in conditions of rain-fed farming, not only on the yield of agricultural crops, but also on the processes of humus formation. The total accumulation of amino acids in the half-meter layer in the variant with deep soil-free tillage before sowing barley was 424 µg amine / G of cloth, in the phase of tubing — ear — 400 µg amine / G canvas, in the phase of milk ripeness — 210 µg amine / G of canvas. The values obtained are higher in comparison with the control data and the variant with planar tillage at 7 and 18%, 48 and 32%, 10 and 36% respectively. Positive dynamics in terms of productive moisture and accumulation of amino acids in the variant with deep soil-free soil treatment, application of calculated phosphorus doses for main processing and nitrogen for pre-sowing cultivation, had an effect on a significant increase in grain relative to control at 0.4 t/ha, Processing — at 0.35 t/ha.

Key words: biological soil activity, soil cultivation methods, spring barley, yield, moisture, macroelements

REFERENCES

- [1] Gordeev, A.V., Romanenko, G.A. *The problem of degradation and restoration of agricultural land productivity in Russia*. Moscow: Rosinformagrotekh, 2008. 67 p.
- [2] Kozina, G.N. Microbiological activity as one of the factors regulating the yield of barley. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2008. № 2. P. 64—66.
- [3] Pindak, V.I., Novikov, A.E. Agrotechnical land reclamation in arid conditions of the Lower Volga Region. *Agricultural machines and technologies*. 2013. № 4. С. 15—17.
- [4] Shuravilin, A.V., Borodychev, V.V., Novikov A.E., Poddubsky A.A. Yield of spring barley on chestnut soil of the Lower Volga Region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2016. № 2. С. 7—14.
- [5] Armor, B.A. *Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
- [6] Zvyagintsev, D.G. *Methods of soil microbiology and biochemistry*. Moscow: MSU, 1980. 224 p.
- [7] Mishustin, E.N., Petrova, A.N. Determination of soil biological activity. *Microbiology*. 1963. Vol. 32. Issue. 3. P. 479—483.
- [8] GOST 26205-91. Soil. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the method of Machigin in the modification of CINAO. Instead of GOST 26205-84; Enter. 07/01/1993. Moscow: Izd-vo standards, 1992. 8 p.
- [9] GOST 26488-85. Soil. Determination of nitrates by the method of CINAO. Enter. 07/01/1986. Moscow: Publishing Standards, 1985. P. 34—37.
- [10] Misyryaev, V.Yu. Influence of the main processing of light chestnut soil on the yield of spring barley Yergeninsky 2. *News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: science and higher vocational education*. 2013. Т. 1. No. 2-1 (30). Pp. 72—75.
- [11] Pleskachev, Yu.N., Borisenko, I.B., Misyryaev, V.Yu., Koscheev, I.A. Innovative methods of soil treatment in the cultivation of barley. *Fertility*. 2012. № 6. P. 18.
- [12] Skorykov, V.T., Shuravilin, A.V., Ziadin Diya Sami, Borodychev, V.V. Studying the ways of soil cultivation during the cultivation of spring wheat in arid conditions of Jordan. *Agriculture*. 2010. № 5. С. 17—18.
- [13] Kuznetsov, P.I., Novikov, A.E. Influence of the treatment method on the water-physical properties of irrigated light-chestnut soils. *Melioration and water management*. 2009. № 2. С. 37—39.

For citation:

Mikitin S.V., Shuravilin A.V., Borodychev V.V., Novikov A.E. Influence of soil and mineral food processing on the dynamics of biological activity and NPK in cold yarns. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 295—304. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-295-304.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-305-311

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОГУРЦА В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.Ф. Туманян^{1,2}, Кади Силла¹, Н.А. Щербакова²,
А.Н. Бондаренко², А.А. Терехин¹

¹Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

²ФГБНУ Прикаспийский научно-исследовательский
институт аридного земледелия
Квартал Северный, 8, с. Соленое Займище,
Черноярский район, Астраханская область, Россия, 416251

Наиболее эффективным средством повышения урожайности огурца является применение стимуляторов роста наравне с минеральными удобрениями, что актуально в засушливых условиях Нижнего Поволжья. В статье представлены результаты изучения гибридов огурца проведенного на полях ФГБНУ «ПНИИАЗ», Астраханской области, Черноярского района в 2014–2016 гг., в зоне светло-каштановых почв при капельном орошении. Целью исследования являлось изучение внесения минеральных удобрений и применения стимуляторов роста на продуктивность огурца. В ходе изучения установлено, что у гибридов огурца на вариантах с применением удобрений и стимуляторов роста урожайность возрастала. Наибольшая урожайность была получена на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол у гибрида Русский стиль F_1 — 136,5 т/га, при этом прибавка составила 84,9 т/га. Высокой была прибавка у этого гибрида и на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим — 44,7 т/га. Прибавки на уровне 40,7 и 41,6 т/га отмечались на вариантах со стимуляторами роста у гибрида Куколка F_1 . В среднем по всем гибридам масса с одного растения увеличивалась на варианте с внесением $N_{110}P_{105}K_{75}$ на 378,7 г, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим — 842,2 г, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол — 1013,9 г. Товарная урожайность в среднем по всем гибридам увеличивалась на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ на 14,5 т/га, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим — 27,0 т/га, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол — 35,3 т/га. По результатам проведенного исследования установлено, что внесение минеральных удобрений в дозе $N_{110}P_{105}K_{75}$ с некорневыми обработками стимуляторами роста Мегафол или Витазим увеличивала продуктивность огурца и позволяла получать свыше 100,0 т/га зеленцов в открытом грунте при капельном орошении, что способствовало повышению рентабельности до 134,1–159,3% и окупаемости до 2,34–2,59 руб./руб.

Ключевые слова: огурец, стимуляторы роста, минеральные удобрения, урожайность

ВВЕДЕНИЕ

Нижнее Поволжье относится к зоне рискованного земледелия, но по своим почвенно-климатическим условиям в целом подходит для выращивания огурца открытого грунта, что делает эту культуру весьма перспективной для региона. Посевные площади, занятые под огурцом в настоящее время не превышают 165,0 га, а средняя урожайность — 13,0–25,0 т/га. Выращивание огурца на данных территориях невозможно без орошения [1–3].

Применение стимуляторов роста наравне с удобрениями является, по данным многих ученых, наиболее эффективным средством повышения урожайности огурца и его устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды, что особенно актуально в засушливых условиях Нижнего Поволжья [4—7]. Поэтому изучение влияния минерального питания и стимуляторов роста на продуктивность огурца является актуальным.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыт по изучению влияния стимуляторов роста на фоне минерального питания проводился на 5 гибридах огурца в открытом грунте при капельном орошении в течение 2014—2016 гг. Опытный участок располагался на землях Прикаспийского НИИ аридного земледелия, на юго-востоке Европейской части России в подзоне светло-каштановых почв полупустыни Северо-Западного Прикаспия.

Почвенный покров опытного участка представлен светло-каштановыми солонцеватами почвами без наличия пятен солонцов. В составе поглощенных оснований преобладает кальций. Содержание гумуса в пахотном слое почвы (по Тюрину) — 0,91—1,1%, pH 6,7—7,2. Сумма поглощенных оснований варьирует от 18,4 до 18,7 мг/экв. на 100 г почвы. Содержание (по Кирсанову) обменных катионов NO_3 — 0,47, P_2O_5 — 2,29 и K_2O — 25,03 мг/100 г почвы. Обеспеченность подвижными формами азота — очень низкая, фосфора — очень низкая, калия — высокая.

Климат подзоны светло-каштановых почв резко континентальный. Абсолютные годовые амплитуды температур воздуха составляют 70—80 °С. Продолжительность солнечного сияния в районе исследований составляет 2200—2400 часов за год. Количество суммарной солнечной радиации, поступающей на данную территорию — 113 ккал/см³. Годовая сумма активных температур воздуха (выше 10 °С) составляет 3370—3500 °С.

Количество осадков за теплый период (апрель—октябрь) составляет 155—160 мм. Относительная влажность воздуха в весенне-летний период составляет 45—55% и может снижаться до 15—25%.

Полевые опыты закладывались методом рендомизированных делянок на площади 900 м². Под каждым вариантом была занята площадь 15,0 м². Учеты проводили на шести модельных растениях каждого варианта. Повторность опыта — трехкратная. Посадка гладкая, ленточная, односторонняя. Ширина между рядами капельных лент 1,4 м, размещение растений в ряду через 0,2 м, густота посадки составляла в среднем 36 тыс./га.

Минеральные удобрения вносили в дозе $\text{N}_{110}\text{P}_{105}\text{K}_{75}$. Внекорневые обработки стимуляторами роста из расчета на одну обработку: Витазим — 1 л/га на 250 л воды; Мегафол — 1,5 л/га на 250 л воды, проводили в фазы — 1-й настоящий лист, цветение, плодообразование.

Мегафол представляет собой жидкий антистрессовый биостимулятор, произведенный из растительных аминокислот с содержанием прогормональных со-

единений, полученных путем энзимного гидролиза из высоко-протеиновых растительных субстратов. Витазим — это биостимулятор и регулятор роста, способствующий усилению эффективности системы почва—растение, активизации процессов фотосинтеза, повышению эффективности питания растений.

Закладку опыта, полевые учеты, наблюдения и измерения проводили с использованием методики полевого опыта Б.А. Доспехова (1985), опытного дела в растениеводстве Г.Ф. Никитенко (1982), опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве В.Ф. Белика (1992).

Проводилось 15 сборов с учетом урожая путем взвешивания всей продукции с каждого учетного растения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Во все годы изучения, как видно из рис. 1, наибольшая урожайность была получена у гибрида Русский стиль F₁ в среднем — 136,5 т/га на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Мегафол. Также высокая урожайность на уровне 100,0 т/га отмечалась у гибрида Куколка F₁ на вариантах с применением стимуляторов роста. Наименьшая урожайность была у гибрида Мадмуазель F₁ — 42,4 т/га на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Мегафол.

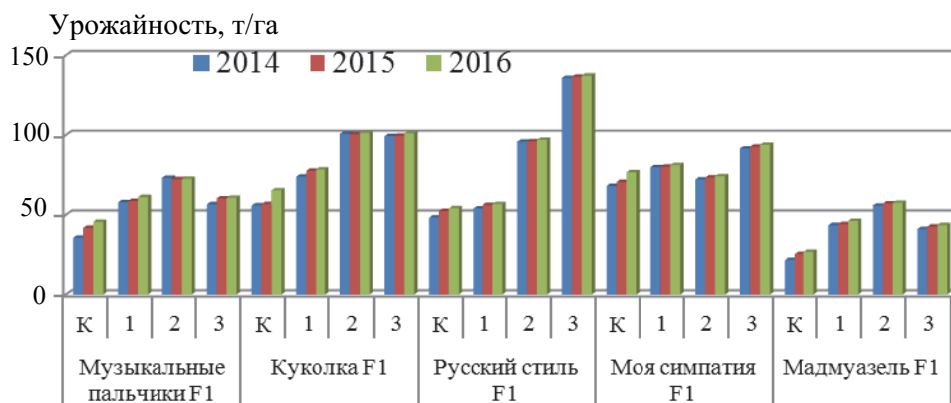


Рис. 1. Урожайность гибридов огурца в опыте:

К — контроль, 1 — N₁₁₀P₁₀₅K₇₅, 2 — N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Витазим, 3 — N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Мегафол
НСР₀₅ (общ.) 2014 — 1,7; 2015 — 1,4; 2016 — 2,1

Наибольшая прибавка урожайности была получена: Русский стиль F₁ — 84,9 т/га на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Мегафол и на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Витазим — 44,7 т/га. Прибавки 40,7 и 41,6 т/га отмечались на вариантах с применением стимуляторов роста у гибрида Куколка F₁ (рис. 2). Минимальная прибавка урожайности отмечалась у гибрида Моя симпатия F₁ — 1,4 т/га на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Витазим.

В среднем за три года по всем гибридам на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ прибавка урожая составляла 13,6 т/га или 135,0%; N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Витазим — 34,0 т/га или 173,4%; N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Мегафол — 40,2 т/га или 175,8% по отношению к контролю.

Прибавка урожая, т/га

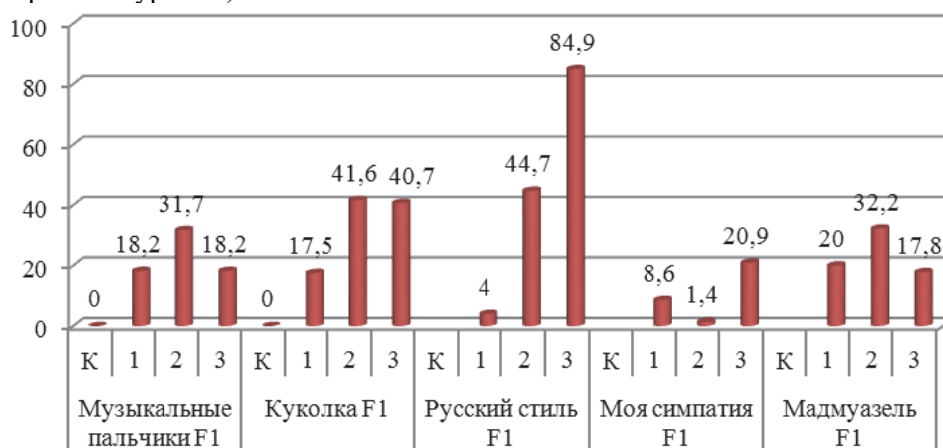


Рис. 2. Прибавка урожая гибридов огурцов в опыте:

К — контроль, 1 — $N_{110}P_{105}K_{75}$, 2 — $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим, 3 — $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол

Анализ данных структуры урожая позволил установить за счет каких элементов формировалась урожайность того или иного гибрида в различные годы изучения.

Наибольшая масса плодов с 1 растения — 3791,7 г была получена у гибрида Русский стиль F₁ на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол, а минимальная у гибрида Мадмуазель F₁ — 1238,9 г на $N_{110}P_{105}K_{75}$. В среднем по всем гибридам при внесении $N_{110}P_{105}K_{75}$ прибавки массы с одного растения составляли 378,7 г, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим — 842,2 г, $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол — 1013,9 г.

Наибольшее количество плодов с 1 растения отмечалось во все годы у гибрида Русский стиль F₁ при внесении $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол — 57,4 шт., а также у гибрида Куколка F₁ при $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим и $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол — 51,4 и 54,3 шт. Минимальное количество плодов формировалось при $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол у гибрида Мадмуазель F₁ — 14,2 шт.

В среднем по всем гибридам на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ прибавки количества плодов с одного растения составляли 8,6 шт., $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим — 15,6 шт., $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол — 19,2 шт. При этом средняя масса одного плода снижалась на 3—5 г.

Повышение товарности урожая по всем вариантам обработок во все годы изучения отмечалось у гибридов Музыкальные пальчики F₁, Куколка F₁. У гибрида Моя симпатия F₁ товарность во все годы увеличивалась при внесении $N_{110}P_{105}K_{75}$ и $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол и снижалась при $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим. А у гибрида Мадмуазель F₁, наоборот, увеличивалась товарность урожая при $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим и снижалась на двух других вариантах. У гибрида Русский стиль F₁ на всех вариантах с применением удобрений и стимуляторов роста снижалась товарность урожая.

В среднем за три года изучения товарность *на вариантах с внесением* $N_{110}P_{105}K_{75}$ была самой высокой у гибрида Музыкальные пальчики F₁ 78,9%, что на 29% выше контроля, на $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим выделились гибриды Мадмуазель F₁ — 94,8% и Музыкальные пальчики F₁ 78,4%, что на 28% выше контроля,

а на $N_{110}P_{105}K_{75}$ +Мегафол выделились гибриды Музыкальные пальчики F_1 — 89,8% и Куколка F_1 — 77,8%, что на 28—40% выше контроля. Самое большое снижение товарности урожая отмечалось на гибриде Русский стиль F_1 на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$.

Выход товарной части продукции в среднем по всем гибридам увеличивался на 14,5 т/га ($N_{110}P_{105}K_{75}$), 27,0 т/га ($N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим) и 35,3 т/га ($N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол).

Таким образом, применение на гибридах огурца минеральных удобрений в сочетании со стимуляторами роста способствует увеличению сборов с одного растения, как по массе, так и по количеству плодов, что гарантирует получение высоких стабильных урожаев.

Оценка экономической эффективности возделывания гибридов огурца показала, что в среднем по всем гибридам на контрольном варианте рентабельность составляла 44,4%, окупаемость 1,44 руб./руб., себестоимость 1 т продукции 9325,2 руб., прибыль при этом составляла 178,3 тыс. руб. с гектара; на варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ рентабельность увеличивалась до 87,5%, окупаемость до 1,88 руб./руб., прибыль до 370,5 тыс. руб., себестоимость при этом снижалась до 7012,8 руб./т. На варианте $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Витазим показатели резко возрастали: рентабельность составляла 134,1%, окупаемость — 2,34 руб./руб., прибыль 574,1 тыс. руб., себестоимость при этом снижалась до 5592,5 руб. Самым рентабельным в наших опытах оказался вариант $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол с рентабельностью 159,3%, окупаемостью — 2,59 руб./руб., прибылью 685,6 тыс. руб., при рентабельности 1 тонны 5905,9 руб.

Таким образом, для получения максимального дохода с одного орошаемого гектара при возделывании огурцов целесообразно внесение минеральных удобрений, а также применение стимуляторов роста.

ВЫВОДЫ

Таким образом, внесение минеральных удобрений и стимуляторов роста оказывало положительное влияние на продуктивность огурца, способствовало увеличению массы и количества плодов, повышало товарность урожая. Максимальная урожайность при этом была получена у гибрида Русский стиль F_1 — 136,5 т/га при внесении $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Мегафол. Наибольшие прибавки урожайности от 40,7 до 84,9 т/га отмечены у гибридов Русский стиль F_1 и Куколка F_1 на вариантах с применением стимуляторов роста. Масса плодов с 1 растения возрастала по сравнению с контрольными вариантами в среднем на 842,2—1013,9 г, количество плодов на 15,6—19,2 шт., товарность увеличивалась на 28—40%.

© А.Ф. Туманян, Кади Силла, Н.А. Щербакова,
А.Н. Бондаренко, А.А. Терехин, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Калюта Е.В. Применение инновационных препаратов Эко-стим в качестве регуляторов роста сельскохозяйственных культур / Е.В. Калюта, М.И. Мальцев, В.И. Маркин, И.Б. Катраков, Н.Г. Базарнова // *Химия растительного сырья*. 2016. № 2. С. 145—152.
- [2] Лебедева А.Т. Огурец. М.: Астрель АСТ, 2004.
- [3] Туманян А.Ф., Бондаренко А.Н., Мяжкова Е.Г., Силла Кади. Агрэкологическое изучение коллекции огурцов в условиях аридной зоны северо-западного Прикаспия // *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. 2016. № 1(26). С. 23—27.

- [4] *Борисов А.В., Крылов О.Н.* Огурец и температура // Картофель и овощи. 1998. № 2. С. 37—38.
- [5] *Георгиева О.А.* Результаты применения нового регулятора роста мицефит на огурцах в оранжерейных условиях // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 4. С. 13—19.
- [6] *Деревщиюков С.Н.* Использование регуляторов роста при выращивании огурца в открытом грунте // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2007. № 9. С. 16—17.
- [7] *Зволинский В.П., Тютюма Н.В., Таранова З.С.* Производство овоще-бахчевых культур в условиях Астраханской области. Волгоград: ИПК ВГСХА Нива, 2011.

Сведения об авторах:

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

Силла Кадди — аспирантка Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: aftum@mail.ru

Щербакова Надежда Александровна — кандидат географических наук, заведующая научно-издательской лабораторией ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия»; e-mail: pniiiaz@mail.ru

Бондаренко Анастасия Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией агротехники овощных культур ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия»; e-mail: pniiiaz@mail.ru

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

Для цитирования:

Туманян А.Ф., Кадди Силла, Щербакова Н.А., Бондаренко А.Н., Терехин А.А. Увеличение продуктивности огурца в открытом грунте в почвенно-климатических условиях Нижнего Поволжья // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство*. 2017. Т. 12. № 4. С. 305—311. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-305-311.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-305-311

INCREASE OF CUCUMBER PRODUCTIVITY IN OPEN FIELD IN THE LOWER VOLGA REGION

**A.F. Tumanyan^{1,2}, Kadi Silla¹, N.A. Shcherbakova²,
A.N. Bondarenko², A.A. Terekhin¹**

¹Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

²Caspian Research Institute of Arid Agriculture
*Kvartal Severnyj, dom 8, s. Solenoyo Zajmishche,
CHernoyarskij rajon, Astrahanskaya oblast', Russia, 416251*

Abstract. The most effective methods of cucumber yield increasing are growth regulators and mineral fertilizers applications, which are important in arid conditions of the Lower Volga region. The field experiments were carried out in Caspian scientific research institute of arid agriculture, Astrakhan region,

Chernoyarsky district in 2014—2016. The purpose of the study was to study fertilizers and growth regulators influence on productivity of cucumber grown in light chestnut soils with drip irrigation. On the whole, fertilizers and growth regulators application increased cucumber yield. The highest yield was obtained in hybrid 'Russky stil F1' in variants $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Megafol (136.5 t/ha) and $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Vitazim (96.3 t/ha), so yield increase was 84.9 t/ha and 44.7 t/ha, respectively. On, for all hybrids, average mass per plant increased by 378.7 g in variant $N_{110}P_{105}K_{75}$, in variant $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Vitazim — by 842.2 g, in variant $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Megafol — by 1013.9 g. Cucumber yield in all hybrids on average increased by 14.5 t/ha in variant $N_{110}P_{105}K_{75}$, by 27.0 t/ha in variant $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Vitazim, by 35.3 t/ha in variant $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Megafol. According to the results, application of fertilizers in the dose of $N_{110}P_{105}K_{75}$ and leaf treatments with growth regulators Megafol or Vitazim increased cucumber productivity and yield reached more than 100.0 t/ha in the open field under drip irrigation. The profitability amounted to 134.1—159.3% and payback was 2.34—2.59 rub/rub.

Key words: cucumber, growth regulators, mineral fertilizers, yield

REFERENCES

- [1] Kaljuta E.V. Primenenie innovacionnyh preparatov Jeko-stim v kachestve reguljatorov rosta sel'sko-hozjajstvennyh kul'tur / E.V. Kaljuta, M.I. Mal'cev, V.I. Markin, I.B. Katrakov, N.G. Bazarova. *Himija rastitel'nogo syr'ja*. 2016. № 2. S. 145—152.
- [2] Lebedeva A.T. *Ogurec*. M.: Astrel' AST, 2004.
- [3] Tumanjan A.F., Bondarenko A.N., Mjagkova E.G., Silla Kadi. Agrojekologicheskoe izuchenie kolekcii ogurcov v uslovijah aridnoj zony severo-zapadnogo Prikaspija. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa*. 2016. № 1(26). S. 23—27.
- [4] Borisov A.V., Krylov O.N. Ogurec i temperatura. *Kartofel' i ovoshhi*. 1998. № 2. S. 37—38.
- [5] Georgieva O.A. Rezul'taty primeneniya novogo reguljatora rosta micefit na ogurcah v oranzherejnyh uslovijah. *Izvestija Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. T. 51. № 4. S. 13—19.
- [6] Derevshhjukov S.N. Ispol'zovanie reguljatorov rosta pri vyrashhivanii ogurca v otkrytom grunte. *Ovoshhevodstvo i teplichnoe hozjajstvo*. 2007. № 9. S. 16—17.
- [7] Zvolinskij V.P., Tjutjuma N.V., Taranova Z.S. *Proizvodstvo ovoshhe-bahchevyh kul'tur v uslovijah Astrahanskoj oblasti*. Volgograd: IPK VGSHA Niva, 2011.

For citation:

Tumanyan A.F., Kadi Silla, Shcherbakova N.A., Bondarenko A.N., Terekhin A.A. Increase of cucumber productivity in open field in the Lower Volga region. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 305—311. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-305-311.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-312-322

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ОТКЛИК ГОРЬКОГО МИНДАЛЯ (*PRUNUS AMYGDALUS*) НА АЗОТНОЕ НАНО-УДОБРЕНИЕ НА РАННИХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ

А. Бадран¹, И.Ю. Савин^{1,2}¹Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198²Почвенный институт имени В.В. Докучаева
Пыжевский пер., 7-2, Москва, Россия, 119017

Использование большого количества химических удобрений оказывает негативное влияние как на здоровье человека и животных, так и окружающую среду. Дополнительной проблемой является трудность использования азотных удобрений (мочевина) на песчаных почвах из-за их больших потерь в результате выщелачивания (70%). С другой стороны, используя нано-частицы, можно достичь контролируемое или отсроченное высвобождение удобрения. Эта стратегия ведет к уменьшению выщелачивания удобрений. Наш эксперимент был проведен для изучения влияния нано-удобрения на морфологические свойства подвоя горького миндаля в период прорастания и первые этапы роста в сравнении с другими химическими удобрениями. Семена пропитывали дистиллированной водой в течение 48 часов. Затем они были высажены в перлит и обрабатывались различными концентрациями нано-удобрения, мочевины и сульфата аммония (0%, 25, 50 и 100%) для каждого. Затем семена стратифицировали при 6 °С в течение 8 недель. После холодной стратификации они выдерживались при температуре 22 °С в течение 3-х недель. Пророщенные семена высаживались в горшки со смесью торфа и перлита. Опыт был проведен в рандомизированном полном блочном дизайне и факториальном эксперименте в 3-кратной повторности с 25 семенами в каждой повторности. Результаты показали, что нано-удобрение значительно влияет на прорастание семян и первые стадии роста горького миндаля. Установлено, что предварительная обработка семян горького миндаля нано-удобрениями положительно увеличивает прорастание, длину и диаметр стебля, удлинение основного и вторичного корня, количество вторичных корней растений по сравнению с другими химическими удобрениями.

Ключевые слова: эффективность использования азотных удобрений, гидроксиапатитовые наночастицы, удобрения пролонгированного действия, горький миндаль

ВВЕДЕНИЕ

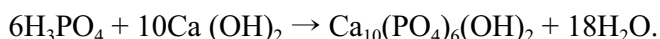
Азот является необходимым питательным веществом для роста растений, и это самый важный фактор, который обычно приводит к ограничению урожайности [1]. Мочевина — наиболее широко используемое азотное удобрение в сельском хозяйстве из-за высокого содержания азота 46% [2]. Однако мочевины трудно фиксировать частицами почвы до гидролиза, так как это нейтральная органическая молекула. Было установлено, что только 30—50% дозы азота, применяемого в качестве мочевины, обычно используется растениями [3]. Большая часть азота обычных удобрений с размерами частиц более 100 нм теряется в почве из-за выщелачивания, поэтому эффективность использования азота (ЭИА) растениями низкая [4].

Одним из подходов уменьшения выщелачивания и улучшения ЭИА является попытка использования удобрения в виде наночастиц, что позволяет во многих случаях уменьшить выщелачивание удобрений почве [5—7]. Одновременно это позволяет уменьшить само количество вносимых удобрений, что сберегает энергию на их производство и внесение и сохраняет окружающую среду [8—12].

В настоящее время имеется достаточно богатый опыт использования нано-удобрений для возделывания различных сельскохозяйственных культур [1, 8]. В большинстве случаев исследования проводятся с однолетними культурами. Изучения влияния нано-удобрений на рост и развитие горького миндаля проводилось очень мало. Поэтому основной целью данного исследования является определение оптимального количества нано-удобрений для прорастания и первых фаз развития горького миндаля в сравнении с другими химическими удобрениями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в 2016—2017 гг. с целью изучения влияния нано-удобрения на прорастание семян и первые стадии роста горького миндаля по сравнению с другими химическими удобрениями. Нано-удобрение — гидроксипатит модифицированный нано-мочевинной (ГА), может быть синтезирован несколькими способами [13, 14]. В нашем случае ГА был синтезирован методом влажного химического осаждения в соответствии со следующим уравнением:



Взаимодействие между гидроксипатитом и нано-мочевинной проводилось в рамках ультразвукового смешивания (30 к гц в течение 1 часа). Элементный состав полученного нано-удобрения показан в табл. 1.

Таблица 1

Содержание азота, фосфора и кальция в ГА

Элемент	Содержание в нано-удобрения (%)
N	33,2
P	6,2
Ca	13

Сухие семена горького миндаля (*Prunus Amygdalus*) были отобраны в Рафахе (Северный Синай, Египт). Здоровые семена одного размера замачивались в дистиллированной воде в течение 48 часов. После этого они были посеяны в перлит и обработаны тремя видами удобрений: мочевины, сульфат аммония и нано-удобрение (ГА) при относительной концентрации азота 0% в качестве контроля, 25%, 50% и 100%. Концентрация 100% соответствует содержанию 100 мг N/кг почвы [15]. Кроме того, был добавлен P и Ca в форме фосфата кальция $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ в количестве, равном содержанию этих элементов в нано-удобрении. Также был добавлен калий в виде селфата калия в количестве, при котором растения не испытывали при росте его недостаток. Затем семена были стратифицированы при 6 °C в течение восьми недель (15 октября — 13 декабря 2016 г). После холодной стра-

тификации не проросшие семена подвергались воздействию 22 °С в течение трех недель (13 декабря — 5 января 2017 г.) для активизации их прорастания. Прорастание семян определялось появлением корешков не менее 2 мм длины. После прорастания растения высаживали в горшках с смесью торфа и перлита, которые впоследствии обрабатывались различными концентрациями удобрений один раз/месяц. Растения выращивали при температуре 25 ± 2 °С; фотопериод: 16 часов света, восемь часов темноты; интенсивность света (PAR) 500—700 μMolem-2 s-1.

В нашем эксперименте наблюдения велись за следующими параметрами.

1. Содержание влаги в семенах определяли до излучения и после полной всхожести (г/семя).

2. Процент прорастания определяли еженедельно до конца периода прорастания. Процент прорастания (GP) рассчитывали по следующей формуле:

$$GP = \sum G/N \cdot 100,$$

где GP — процент прорастания, G — количество проросших семян, а N — число всех семян [16].

3. Индекс прорастания был рассчитан по следующей формуле:

$$GI = \sum Gt / Dt,$$

где Gt — процент прорастания после t дней, а Dt — время прорастания в соответствии с предыдущими исследованиями [17].

4. Скорость прорастания (Gr) рассчитывали используя следующее уравнение:

$$Gr = \sum n / \sum (Dn) \cdot 100,$$

где n — количество семян, которые прорастают (в днях), а D — количество дней, отсчитываемых от начала теста [18].

5. Длина стебля (см) измерялась от поверхности почвы до конца точки роста.

6. Диаметр стебля (мм) каждого растения измеряли с помощью штангенциркуля.

7. Средняя длина основного корня растения (см).

8. Среднее число и длина вторичных корней растений (см).

9. Индекс силы проростков рассчитывали по следующей формуле [19]:

$$\text{Индекс силы} = \text{прорастание \%} \cdot \text{Среднее значение длины проростков (корень + стебель)}.$$

Опыт был проведен в рандомизированном полном блочном дизайне и факториальном эксперименте, где тип удобрения находился на основном участке, а различные концентрации удобрений были на участках с 3-кратной повторностью и 25 семенами в каждой повторности. Полученные данные были подвергнуты дисперсионному анализу (ANOVA) в программном пакете MSTAT, а результаты сравнивались с использованием минимально значимых различий (LSD) на уровне 5%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты эксперимента приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

**Влияние азотных удобрений на прорастание семян,
длину и диаметр стебля проростков горького миндаля**

Удобрение		Влажность семян	Прорастание %	Индекс прорастания	Скорость прорастания	Длина стебля	Диаметр стебля
Мочевина	Без	0,42 ^g	76,00 ^e	3,43 ^e	4,76 ^c	9,00 ^f	1,80 ^f
	25%	0,50 ^f	84,00 ^d	6,38 ^{de}	7,00 ^{bc}	19,33 ^e	2,40 ^{de}
	50%	0,58 ^e	86,67 ^{cd}	6,47 ^{de}	7,14 ^{bc}	20,33 ^e	2,73 ^{de}
	100%	0,59 ^{de}	90,67 ^{bc}	8,28 ^{cd}	7,56 ^{bc}	21,00 ^{de}	2,76 ^{de}
Среднее		0,52 ^c	84,33 ^b	6,14 ^b	6,54 ^b	17,42 ^b	2,42 ^b
Сульфат аммония	Без	0,43 ^g	76,67 ^e	3,62 ^e	5,55 ^c	9,66 ^f	1,90 ^f
	25%	0,57 ^e	86,67 ^{cd}	8,66 ^{cd}	9,10 ^b	22,67 ^{cde}	2,93 ^d
	50%	0,65 ^{cd}	90,67 ^{bc}	10,38 ^c	9,52 ^b	24,00 ^{cd}	3,00 ^{cd}
	100%	0,68 ^c	90,67 ^{bc}	10,95 ^{bc}	9,89 ^b	25,67 ^{bc}	3,10 ^{cd}
Среднее		0,58 ^b	86,17 ^b	8,40 ^b	8,53 ^{ab}	20,50 ^b	2,73 ^b
Нано-удобрения	Без	0,43 ^g	77,67 ^e	3,54 ^e	5,58 ^c	10,00 ^f	1,86 ^f
	25%	0,79 ^b	94,67 ^{ab}	13,52 ^{ab}	13,00 ^a	27,50 ^{ab}	3,40 ^c
	50%	0,99 ^a	97,33 ^a	13,90 ^{ab}	14,94 ^a	28,67 ^{ab}	4,10 ^b
	100%	1,04 ^a	98,67 ^a	14,10 ^a	15,21 ^a	31,33 ^a	4,76 ^a
Среднее		0,81 ^a	92,08 ^a	11,27 ^a	12,11 ^a	24,67 ^a	3,53 ^a

Таблица 3

**Влияние азотных удобрений на формирование корней
и индекс силы проростков горького миндаля**

Удобрение		Число вторичных корней растения	Длина вторичных корней растения	Длина основного корня растения	Индекс силы
Мочевина	Без	8,33 ^e	2,66 ^e	4,66 ^f	892 ^g
	25%	15,33 ^d	4,17 ^d	10,33 ^e	1 772 ^f
	50%	15,67 ^d	4,26 ^d	10,67 ^e	1 909 ^{ef}
	100%	17,33 ^{cd}	4,66 ^d	10,67 ^e	1 997 ^{ef}
Среднее		14,17 ^b	4,16 ^b	9,08 ^c	1 643 ^c
Сульфат аммония	Без	9,33 ^e	3,00 ^e	6,00 ^f	930 ^g
	25%	20,00 ^{bc}	4,66 ^d	11,67 ^{de}	2 044 ^e
	50%	21,00 ^b	5,00 ^d	13,00 ^d	2 383 ^s
	100%	21,67 ^b	5,66 ^c	15,67 ^c	2 745 ^c
Среднее		18,00 ^a	4,58 ^b	11,58 ^b	2 026 ^b
Нано-удобрения	Без	9,00 ^e	2,90 ^e	6,33 ^f	1 004 ^g
	25%	19,67 ^{bc}	6,33 ^b	16,33 ^{bc}	2 991 ^b
	50%	22,67 ^{ab}	6,67 ^{ab}	17,67 ^{ab}	3 308 ^a
	100%	25,33 ^a	7,00 ^a	18,00 ^a	3 513 ^a
Среднее		19,17 ^a	5,75 ^a	14,42 ^a	2 704 ^a

Из полученных данных следует, что содержание влаги в семенах значительно увеличилось за счет увеличения дозы внесения удобрений от нуля до полной дозы во всех видах удобрений (табл. 2). Наивысшее содержание влаги в семенах регистрировалось при внесении нано-удобрений, особенно с 50 и 100% концентрацией без каких-либо существенных различий между ними по сравнению с другими химическими удобрениями. Полученные результаты полностью согласуются с предыдущими исследованиями [20, 21] и позволяют предположить, что механизм влияния на семена миндаля имеет схожий характер. Согласно их данным различные наноматериалы могут поглощаться семенами томатов, что существенно влияет на их биологическую активность. Скорее всего это происходит путем увеличения количества воды, которая проникает внутрь семян в период прорастания. Наночастицы могут создавать новые поры для впитывания семенами воды через семенную оболочку. По мнению авторов, этот процесс может увеличить прорастание и скорость роста саженцев томатов.

Наблюдалось заметное увеличение процента прорастания семян при увеличении дозы до 100% для всех видах удобрений (табл. 2). В этом отношении самый высокий процент прорастания был достигнут, когда семена были обработаны нано-удобрениями по сравнению с традиционными удобрениями. Кроме того, 100% мочевины, 50 и 100% сульфата аммония дало одинаковое влияние на процент прорастания к 25% нано-удобрения. Это свидетельствует о более рациональном расходовании азота нано-удобрением по сравнению с традиционными, о чем писали и другие авторы [13].

Из табл. 2 видно, что увеличение дозы удобрений до 100% дозы значительно увеличивает средний показатель прорастания семян горького миндаля со всеми видами удобрений в рамках исследования. Но наивысший выраженный эффект приращения был получен все же при обработке нано-удобрениями. С другой стороны, самый низкий показатель прорастания был обнаружен при контрольных обработках и низких концентрациях мочевины и сульфата аммония соответственно. Известно, что успешность прорастания семян зависит от мобилизации хранящихся в них веществ ферментами амилазой и протеазой до тех пор, пока растение не начнет фотосинтез. При этом в ряде исследований показано, что, например, наночастицы оксида титана даже при низкой концентрации усиливают прорастание семян и рост рассады с одновременным увеличением активности амилазы и протеазы [22]. Этот же механизм скорее всего действует и в нашем случае.

Использование азотных удобрений существенно влияло на скорость прорастания семян горького миндаля (табл. 2). Более высокий прирост был получен для всех доз нано-удобрения по сравнению с обработкой мочевиной и сульфатом аммония. Различия между применением мочевины и обработкой сульфатом аммония были незначительными. В работе [23] отмечается, что нано-TiO₂ способствует поглощению воды и улучшает прорастание семян. В [24] отмечено, что основной причиной увеличения скорости роста является нано-TiO₂, который помогает повышению стрессоустойчивости семян и увеличению проникновения через их оболочку воды и кислорода, что способствовало более быстрому прорастанию семян. Наши результаты подтверждают эти выводы и для горького миндаля.

В результате предыдущих исследований было установлено, что высота растений, обработанных ГА — нано-мочевинной, за 5 дней превысила высоту растений, обработанных простой мочевиной, на 1,8 см [20]. Обработка нано-кальциевыми и нано-калийными удобрениями привело к увеличению площади листьев и содержания хлорофилла в базилике [25]. Наночастицы TiO_2 улучшают рост растений за счет усиления метаболизма азота и фотосинтеза [26]. Кроме того, применение наноматериалов повышает экспрессию генов, связанных с делением клеток, удлинением клеток и стрессом [27]. Нано-удобрение в нашем эксперименте также обеспечило лучший рост проростков миндаля (большую длину и диаметр по сравнению с удобрениями из мочевины и сульфата аммония).

В работах [28, 29] было показано, что нано-удобрения могут способствовать усиленному росту корней редиса, рапса, арабидопсиса. Согласно полученным нами данным (табл. 3) количество вторичных корней у проростков горького миндаля также увеличивается при применении ГА нано-удобрений, особенно при концентрации в 50 и 100%.

Отмечается также и большая длина корней при использовании ГА, особенно при концентрациях 50 и 100% (табл. 3). Ранее подобные же результаты были получены для хлопка [30—32]. Процент роста колебался от 114,9—130% и 105,4—115,2% для побегов и корней, соответственно, по сравнению с контролем.

Что же касается показателя силы проростков, было установлено, что в среднем нано-удобрение значительно увеличило общий показатель силы горьких миндальных проростков. Меньшая сила проростков была установлена при использовании сульфата аммония и еще меньшая — при использовании мочевины. Примечательно, самый высокий показатель силы проростков соответствует концентрациям нано-удобрений 50 и 100% без существенных различий между ними. Эти выводы также хорошо согласуются с предыдущими исследованиями [33], согласно которым наноразмерный оксид цинка способствовал более быстрому прорастанию семян и силе сеянцев.

ВЫВОДЫ

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что использование нано-удобрений в виде гидроксиапатита, модифицированного нано-мочевинной, улучшает прорастание и морфологическое состояние горького миндаля на первых стадиях роста. В сравнении с обычными удобрениями использование азотных нано-удобрений приводит к лучшему прорастанию семян, к более быстрому развитию проростков, их лучшим морфометрическим характеристикам.

При использовании для замачивания семян горького миндаля при 50% концентрации азота в виде нано-удобрений наблюдается заметное увеличение их всхожести и улучшение состояния, что может быть использовано в практике выращивания рассады горького миндаля.

Для более точного обоснования необходимых доз нано-удобрения на ранних этапах развития горького миндаля необходимо проведение подобных экспериментов в условиях полевого эксперимента на реальных почвах.

© А. Бадран, И.Ю. Савин, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] *Ni B.L., Liu M.Z., Lue S.Y.* Multifunctional slow release urea fertilizer from ethyl cellulose and super absorbent coated formulations // *Chemical Engineering Journal*. 2009. Vol. 155. P. 892—898.
- [2] *Zheng T., Liang Y.H., Ye S.H., He Z.Y.* Superabsorbent hydrogels as carriers for the controlled-release of urea: experiments and a mathematical model describing the release rate // *Biosystems Engineering*. 2009. Vol. 102. P. 44—50.
- [3] *Al-Zahrani S.M.* Controlled-release of fertilizers: modelling and simulation // *International Journal of Engineering Science*. 1999. Vol. 37. P. 1299—1307.
- [4] *Monreal C.M., McGill W.B., Nyborg M.* Spatial heterogeneity of substrates: effects of hydrolysis, immobilization and nitrification of urea // *N. Journal of Soil Science*. 1986. Vol. 66(4). P. 499—511.
- [5] *Sastry R.K., Rashmi H.B., Rao N.H., Ilyas S.M.* Integrating nanotechnology into agri-food systems research in India: a conceptual framework // *Technology Forecast Science*. Vol. 77(7). P. 639—648.
- [6] *Liu F., Wen L.X., Li Z.Z. et al.* Porous hollow silica nanoparticles as controlled delivery system for water soluble pesticide // *Mat. Res. Bull.* 2006. Vol. 41. P. 2268—2275.
- [7] *DeRosa M.C., Monreal C., Schnitzer M., Walsh R., Sultan Y.* Nanotechnology in fertilizers // *Nat. Nanotechnol.* 2010. Vol. 5. P. 91—94.
- [8] *Anonymous.* Nanotechnology in agriculture // *Journal of Agriculture and Technology*. 2009. Vol. 114. P. 54—65.
- [9] *Subramanian K.S., Manikandan A., Thirunavukkarasu M., Sharmila Rahale C.* Nano-fertilizers for balanced crop nutrition // *Nanotechnologies in Food and Agriculture* / M. Rai, C. Ribeiro, L. Mattoso, N. Duran (eds.). Switzerland: Springer International Publishing, 2015. P. 69—80.
- [10] *Selivanov V.N., Zorin E.V.* Sustained Action of ultrafine metal powders on seeds of grain crops // *Perspekt. Materialy*. 2001. Vol. 4. P. 66—69.
- [11] *Reynolds G.H.* Forward to the future nanotechnology and regulatory policy // *Pac. Res. Inst.* 2002. Vol. 24. P. 1—23.
- [12] *Raikova O.P., Panichkin L.A., Raikova N.N.* Studies on the Effect of Ultrafine Metal Powders Produced by Different Methods on Plant Growth and Development // *Nanotechnologies and Information Technologies in the 21 st Century*. Moscow, Russia. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. 2006. P. 108—111.
- [13] *Subbaiyal R., Priyanka I M., Masilamani S.M.* Formulation of Green Nano-Fertilizer to Enhance the Plant Growth through Slow and Sustained Release of Nitrogen // *Journal of Pharmacy Research*. 2012. Vol. 5(11). P. 5178—5183.
- [14] *Kottegoda N., Munaweera I., Madusanka N., Karunaratne Y.A.* Green slow-release fertilizer composition based on urea-modified hydroxyapatite nanoparticles encapsulated wood // *Currents science*. 2011. Vol. 101(1). P. 73—78.
- [15] *Neilsen D., Parchomchuk P., Hogue E.J.* Soil and peach seedling responses to soluble phosphorus applied in single or multiple doses. *Communications in Soil // Sci. And plant Ann.* Vol. 24. P. 881—898.
- [16] *Copeland L.O., Mc Donald M.B.* Principles of seed science and technology. 4th ed. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. P. 488.
- [17] *Tao K.L., Zheng G.H.* Seed Vigor. Beijing, Science Press, 1990. P. 268.
- [18] *Copeland L.O., Mc Donald M.B.* Principals of seed science and Technology. 3rd ed. Chapman and Hall, NewYork, 1995. P. 236.
- [19] *Vashisth A., Nagarajan S.* Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field // *J PlantPhysiol*. 2010. Vol. 167(2). P. 149—156.

- [20] *Khodakovskaya M., Dervishi E., Mahmood M. et al.* Carbon Nanotubes are able to Penetrate Plant Seed Coat and Dramatically Affect Seed Germination and Plant Growth // *ACS Nano*. 2009. Vol. 3(10). P. 3221—3227.
- [21] *Martinez-Ballesta M.C., Carvajal M.* New challenges in plant aquaporin biotechnology // *Plant Sci*. 2014. Vol. 217. P. 71—77.
- [22] *Laware S.L., Raskar S.* Effect of titanium dioxide nanoparticles on hydrolytic and antioxidant enzymes during seed germination in onion // *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*. 2014. Vol. 3. P. 749—760.
- [23] *Zheng L., Hong F., Lu S., Liu C.* Effect of nano-TiO₂ on strength of naturally aged seeds and growth of spinach // *Biol. TraceElem. Res*. 2005. Vol. 105. P. 83—91.
- [24] *Khot L.R., Sankaran S., Maja J.M. et al.* Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: a review // *Crop Prot*. 2012. Vol. 35. P. 64—70.
- [25] *Ghahremani A., Akbari K., Yousefpour M., Ardalani H.* Effects of Nano-Potassium and Nano Calcium Chelated Fertilizers on Qualitative and Quantitative Characteristics of *Ocimum basilicum* // *IJPRS*. 2014. Vol. 3. P. 235—241.
- [26] *Yang F., Hong F., You W. et al.* Influences of nanoanatase TiO₂ on the nitrogen metabolism of growing spinach // *Biol. TraceElem. Res*. 2006. Vol. 110. P. 179—190.
- [27] *Almutairi Z.M.* Effect of nano-silicon application on the expression of salt tolerance genes in germinating tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings under salt stress // *PlantOmics J*. 2016. Vol. 9. P. 106—114.
- [28] *Lin D., Xing B.* Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth // *Environ. Pollut*. 2007. Vol. 150. P. 243—250.
- [29] *Syu Y.Y., Hung J.H., Chen J.C., Chuang H.W.* Impact of size and shape of silver nanoparticles on *Arabidopsis* plant growth and gene expression // *PlantPhysiol. Biochem*. 2014. Vol. 83. P. 57—64.
- [30] *Prasad T.N.V.K.V., Sudhakar P., Sreenivasulu Y. et al.* Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut // *J. PlantNutr*. 2012. Vol. 35. P. 905—927.
- [31] *Singh N.B., Amist N., Yadav K. et al.* Zinc oxide nanoparticles as fertilizer for the germination, growth and metabolism of vegetable crops // *J. Nano.eng. Nano.manuf*. 2013. Vol. 3. P. 353—364.
- [32] *Venkatachalam P., Priyanka N., Manikandan K. et al.* Enhanced plant growth promoting role of phycocompounds coated zinc oxide nanoparticles with P supplementation in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2017. Vol. 110. P. 118—127.
- [33] *Soliman A.Sh., El-feky S.A., Darwish E.* Alleviation of salt stress on *Moringa peregrina* using foliar application of nanofertilizers // *J. Hortic. For*. 2015. Vol. 7. P. 36—47.

Сведения об авторах:

Бадран Антар Махмуд — аспирант агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: dr_antar_mahmoud@yahoo.com

Савин Игорь Юрьевич — член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе Почвенного института им. В.В. Докучаева, профессор агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: savin_iyu@esoil.ru

Для цитирования:

Бадран А., Савин И.Ю. Морфологический отклик горького миндаля (*Prunus Amygdalus*) на азотное нано-удобрение на ранних стадиях развития // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2017. Т. 12. № 4. С. 312—322. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-312-322.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-312-322

MORPHOLOGICAL RESPONSE OF BITTER ALMONDS (*PRUNUS AMYGDALUS*) TO NITROGEN NANO-FERTILIZER IN EARLY STAGES OF GROWTH

A. Badran¹, I.Y. Savin^{1,2}

¹Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

²V.V. Dokuchaev Soil Science Institute
Pyzhyovskiy str., lane 7, building 2, Moscow, Russia, 119017

Abstract. The use of large quantities of chemical fertilizers caused in many harmful to humans, animals and the environment. Adding to that, the difficulty of using nitrogen fertilizers especially urea and loss a large amount of it in sandy soil (70%) by leaching. In the other side, using of nano-particles and nano-powders, can produce controlled or delayed releasing fertilizers. This strategy could be reduced leaching of fertilizers as the release occurs gradually and continuously. Hence, this experiment was conducted to study the effect of nano-fertilizer on morphological response of bitter almond rootstock at germination period and the first stages of growth compared to other chemicals fertilizers. The nuts were soaked in distilled water for 48 hours. Subsequently, the seeds were sown in perlite and treated with different concentrations of nano-fertilizer, urea and ammonium sulfate at 0%, 25%, 50% and 100% for each, then stratified at 6 °C for 8 weeks. After cold stratification, non-germinated seeds were exposed to 22 °C for three weeks to promote germination. Germinated seeds were sown in pots with a mixture of peat and perlite. The treatments were arranged in a randomized complete block design in factorial experiment with 3 replicates and 25 seeds for each replicate. The results revealed that, nano-fertilizer affected significantly on seed germination and first stages of bitter almond growth. Whereas, pre-treating seeds of bitter almond rootstock with 50% of nano-fertilizer positively increased germination measurements; germination percentage, germination rate and index due to enhancing the amount of water that penetrates inside the seeds during the germination period which in turn improved the biological activity of stored food thus induced embryo to germinated early. Added to that, nano-fertilizer markedly increased stem length and diameter with producing stronger seedlings which had the tallest and deepest underground parts as well as length of primary and secondary roots/plant and number of secondary roots/plant. It can be attributed to that; nano-fertilizers are available for absorption and can provide all nutrients that required for plant growth throughout its slow release of fertilizer therefore reduce nitrogen fertilizer lost by leaching and elevate nitrogen utilization efficiency by plant comparing to other nitrogen fertilizers that are lost about 70% of its nitrogen content by leaching.

Key words: nitrogen utilization efficiency, hydroxyapatite nanoparticles, slow release fertilizers, nano-fertilizer, seed germination, vigor index, bitter almond

REFERENCES

- [1] Ni BL, Liu MZ, Lue SY. Multifunctional slow release urea fertilizer from ethyl cellulose and super absorbent coated formulations. *Chemical Engineering Journal*. 2009; Vol. 155: 892—898.
- [2] Zheng T, Liang YH, Ye SH, He ZY. Superabsorbent hydrogels as carriers for the controlled-release of urea: experiments and a mathematical model describing the release rate. *Biosystems Engineering*. 2009; Vol. 102: 44—50.
- [3] Al-Zahrani SM. Controlled-release of fertilizers: modelling and simulation. *International Journal of Engineering Science*. 1999; Vol. 37: 1299—1307.
- [4] Monreal CM, McGill WB, Nyborg M. Spatial heterogeneity of substrates: effects of hydrolysis, immobilization and nitrification of urea. *N. Journal of Soil Science*. 1986; Vol. 66(4): 499—511.

- [5] Sastry RK, Rashmi HB, Rao NH, Ilyas SM. Integrating nanotechnology into agri-food systems research in India: a conceptual framework. *Technology Forecast Science*. Vol. 77(7): 639—648.
- [6] Liu F, Wen LX, Li ZZ. et al. Porous hollow silica nanoparticles as controlled delivery system for water soluble pesticide. *Mat. Res. Bull.* 2006; Vol. 41: 2268—2275.
- [7] DeRosa MC, Monreal C, Schnitzer M, Walsh R, Sultan Y. Nanotechnology in fertilizers. *Nat. Nanotechnol.* 2010; Vol. 5: 91—94.
- [8] Anonymous. Nanotechnology in agriculture. *Journal of Agriculture and Technology*. 2009; Vol. 114: 54—65.
- [9] Subramanian KS, Manikandan A, Thirunavukkarasu M, Sharmila Rahale C. Nano-fertilizers for balanced crop nutrition. In: Rai, M., Ribeiro, C., Mattoso, L., Duran, N. (Eds.), *Nanotechnologies in Food and Agriculture*. Switzerland, Springer International Publishing. 2015. p. 69—80.
- [10] Selivanov VN, Zorin EV. Sustained Action of ultrafine metal powders on seeds of grain crops. *Perspekt. Materialy*. 2001; Vol. 4, 66—69.
- [11] Reynolds GH. Forward to the future nanotechnology and regulatory policy. *Pac. Res. Inst.* 2002; Vol. 24, 1—23.
- [12] Raikova OP, Panichkin LA, Raikova NN. Studies on the Effect of Ultrafine Metal Powders Produced by Different Methods on Plant Growth and Development. *Nanotechnologies and Information Technologies in the 21 st Century. Moscow, Russia. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. 2006. p. 108—111.
- [13] Subbaiya1 R, Priyanka1 M, Masilamani SM. Formulation of Green Nano-Fertilizer to Enhance the Plant Growth through Slow and Sustained Release of Nitrogen. *Journal of Pharmacy Research*. 2012; Vol. 5(11): 5178—5183.
- [14] Kottegoda N, Munaweera I, Madusanka N, Karunaratne YA. green slow-release fertilizer composition based on urea-modified hydroxyapatite nanoparticles encapsulated wood. *Currents science*. 2011; Vol. 101(1):73—78.
- [15] Neilsen D, Parchomchuk p, Hogue EJ. Soil and peach seedling responses to soluble phosphorus applied in single or multiple doses. *Communications in Soil. Sci. And plant Ann.* Vol. 24: 881—898.
- [16] Copeland LO, Mc Donald MB. *Principles of seed science and technology*. 4th ed. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. p. 488.
- [17] Tao KL, Zheng GH. Seed Vigor. Beijing, Science Press; 1990, p. 268.
- [18] Copeland LO, Mc Donald MB. *Principals of seed science and Technology*. 3nd ed. Chapman and Hall, NewYork; 1995. p. 236.
- [19] Vashisth A, Nagarajan S, Effect on germination and early growth characteristics in sunflower (*Helianthus annuus*) seeds exposed to static magnetic field. *J PlantPhysiol*. 2010; Vol. 167(2): 149—156.
- [20] Khodakovskaya M, Dervishi E, Mahmood M, et al. Carbon Nanotubes are able to Penetrate Plant Seed Coat and Dramatically Affect Seed Germination and Plant Growth. *ACS Nano*. 2009; Vol. 3(10): 3221—3227.
- [21] Martínez-Ballesta MC, Carvajal, M. New challenges in plant aquaporin biotechnology. *Plant Sci*. 2014; Vol. 217: 71—77.
- [22] Laware SL, Raskar S. Effect of titanium dioxide nanoparticles on hydrolytic and antioxidant enzymes during seed germination in onion. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*. 2014; Vol. 3: 749—760.
- [23] Zheng L, Hong F, Lu S, Liu C. Effect of nano-TiO₂ on strength of naturally aged seeds and growth of spinach. *Biol. TraceElem. Res.* 2005; Vol. 105: 83—91.
- [24] Khot LR, Sankaran S, Maja JM, et al. Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: a review. *Crop Prot.* 2012; Vol. 35: 64—70.
- [25] Ghahremani A, Akbari K, Yousefpour M, Ardalani H. Effects of Nano-Potassium and Nano Calcium Chelated Fertilizers on Qualitative and Quantitative Characteristics of *Ocimum basilicum*. *IJPRS*, 2014; Vol. 3:235—241.

- [26] Yang F, Hong F, You W, et al. Influences of nanoanatase TiO₂ on the nitrogen metabolism of growing spinach. *Biol. TraceElem. Res.* 2006; Vol. 110: 179—190.
- [27] Almutairi ZM. Effect of nano-silicon application on the expression of salt tolerance genes in germinating tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings under salt stress. *PlantOmics J.* 2016; Vol. 9: 106—114.
- [28] Lin D, Xing B. Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. *Environ. Pollut.* 2007; Vol. 150: 243—250.
- [29] Syu YY, Hung JH, Chen JC, Chuang HW. Impact of size and shape of silver nanoparticles on *Arabidopsis* plant growth and gene expression. *Plant Physiol. Biochem.* 2014; Vol. 83: 57—64.
- [30] Prasad TNVKV, Sudhakar P, Sreenivasulu Y, et al. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *J. Plant Nutr.* 2012; Vol. 35: 905—927.
- [31] Singh NB, Amist N, Yadav K, et al. Zinc oxide nanoparticles as fertilizer for the germination, growth and metabolism of vegetable crops. *J. Nano.eng. Nano. manuf.* 2013; Vol. 3, 353—364.
- [32] Venkatachalam P, Priyanka N, Manikandan K, et al. Enhanced plant growth promoting role of phycomolecules coated zinc oxide nanoparticles with P supplementation in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Physiology and Biochemistry.* 2017; Vol. 110: 118—127.
- [33] Soliman ASH, El-feky SA, Darwish E. Alleviation of salt stress on *Moringa peregrina* using foliar application of nanofertilizers. *J. Hortic. For.* 2015; Vol. 7, 36—47.

For citation:

Badran A., Savin I.Y. Morphological response of bitter almonds (*Prunus Amygdalus*) to nitrogen nano-fertilizer in early stages of growth. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 312—322. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-312-322.



DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-323-331

КОРОТКИЕ ПЕПТИДЫ РЕГУЛИРУЮТ РОСТ КАЛЛУСНОЙ КУЛЬТУРЫ ТАБАКА *NICOTIANA TABACUM L.*

Т.А. Диловарова, С.В. Смесова,
Е.Н. Баранова, Л.И. Федорева

Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной биотехнологии РАН
ул. Тимирязевская, 42, Москва, Россия, 127550

Фитогормоны, представляющие собой секретлируемые пептиды, играют важную роль в межклеточных взаимодействиях, участвуя в регуляции развития и в многочисленных физиологических процессах и в ответах на воздействие окружающих факторов. Короткие пептиды в концентрации 10^{-7} — 10^{-8} М регулируют рост и развитие каллусной культуры табака (*Nicotiana tabacum L.*) в культуре *in vitro*. AlaGluAspGly, AlaAspGluLeu, GlyGly и GlyAsp на 28 день культивирования показали увеличение биомассы табака в 1,5—2,5 раза, увеличение числа регенерантов на эксплант на 10—30%, а также площади листовой пластинки регенерантов в 2—2,5 раза. Экзогенные пептиды влияют на экспрессию генов, кодирующих белки регуляторов факторов роста. Установлено, что величины экспрессии, рассчитанные методом ПЦР-РВ, зависят от природы пептида. Кроме того, разные по структуре пептиды дифференцированно влияют на разные гены (growth regulating factor) GRF. Наибольшее увеличение уровня экспрессии генов семейства *GRF* наблюдается: в присутствии AlaAspGluLeu — *GRF1*, *GRF3*, *GRF4* в 3,5—4 раза, в присутствии AlaGluAspGly — *GRF2* более чем 4,5 раз, GlyGly — *GRF4* более чем 3 раза, GlyAsp — *GRF3*, *GRF4* в 3—4 раза. Предполагается, что в клеточной культуре короткие пептиды могут действовать как регуляторы роста растений нового поколения, которые могут найти применение в биотехнологии и практическом растениеводстве.

Ключевые слова: короткие пептиды, регуляторы роста растений, каллусная культура, табак *Nicotiana tabacum L.*, гены *GRF*

Важнейшей задачей агробиотехнологии является увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур. Наиболее эффективным способом решения этой задачи является создание высокопродуктивных сортов растений, что является весьма трудоемким и дорогостоящим процессом. Альтернативным подходом могли бы стать трансгенные высокоэффективные сорта, которые в настоящее время не получили достойного применения в сельском хозяйстве. Таким образом, для агробиотехнологии наиболее приемлемым подходом остается создание технологии использования разнообразных биологически активных веществ, гормонов с целью увеличения продуктивности и повышения урожайности сельскохозяйственных культур [1].

Пептиды образуют обширную и многообразную сигнальную регуляторную систему, контролирующую физиологию, рост и развитие животных и растений [2, 3]. Большинство известных эндогенных пептидов — это гормоны (нейропептиды, гормоны роста). Фитогормоны, представляющие собой секретлируемые пеп-

тиды, играют важную роль в межклеточных взаимодействиях, участвуя в регуляции развития и в многочисленных физиологических процессах и в ответах на воздействие окружающих факторов. Наиболее изученным семейством секретируемых пептидов в растениях является семейство CLE-CLAVATA3/endosperm surrounding region related [4, 5]. Эти пептиды взаимодействуют с сигнальными фитогормонами и могут участвовать в регуляции, модулируя широкий круг биологических процессов. Установлено, что CLE пептиды направленно влияют на процессы развития семени, закладку и образование сосудистых тканей, инициации закладки придаточных корней, а также в регуляции гомеостаза стволовых клеток в апикальной меристеме проростков и корней. О действии экзогенных коротких пептидах на растительные клетки данные практически отсутствуют [6].

Целью данной работы явилось изучение действия коротких пептидов — AlaGluAspGly, AlaAspGluLeu, GlyGly и GlyAsp на каллусную культуру табака (*Nicotiana tabacum* L.).

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тетрапептиды AlaGluAspGly и AlaAspGluLeu были синтезированы в Санкт-Петербургском институте биорегуляции и геронтологии. Дипептиды GlyGly и GlyAsp — фирмы «Serva», США.

В качестве объекта исследования использовали табак *Nicotiana tabacum* L. сорт Samsun Sn-1. В качестве эксплантов использовали семядольные листья проростков. Растения культивировали на агаризованной среде Мурасиге-Скуга (МС) [7] с добавлением к ней следующих биологически активных веществ: 6-бензиламинопурин 2 мг/л и индолилуксусная кислота 0,2 мг/л. Семена стерилизовали в растворе гипохлорита натрия в течение 15 мин с последующей 3-кратной промывкой стерильной водой. Затем семена помещали на безгормональную агаризованную питательную среду в чашки Петри и проращивали в течение 10 дней при температуре 24 °С. После прорастания семядоли помещали на питательную среду, содержащую гормоны с добавлением пептидов в концентрации 10^{-7} М, после стерилизации фильтрованием. Данная концентрация, как оптимальная для применения в культуре *in vitro*, была выбрана по результатам предыдущих экспериментов [6]. Условия культивирования: в световой комнате при температуре 26 °С, освещение люминесцентными лампами (5000 Люкс, фотопериод 16 часов). Изменения в развитии фиксировались еженедельно. Опыты проводились в течение 4 недель в 4-х повторностях.

РНК выделяли по стандартному методу с использованием наборов реагентов для выделения РНК «РНК-Экстран» ООО Синтол (Россия). Концентрацию выделенных препаратов определяли спектрофотометрически.

кДНК получали по стандартной методике, используя набор реагентов для проведения обратной транскрипции ООО Синтол (Россия).

Гены семейства *GRF*(growth regulating factor) из *N. tabacum* L. были найдены в базе данных NCBI. Праймеры к генам были оптимизированы по базе данных NCBI. Подобранные праймеры были синтезированы в ООО Синтол. Все праймеры представлены в табл. 1.

Праймеры к GRF генам *Nicotiana tabacum L.*

Наименование	3'-5'-последовательность	Кодируемый белок
GRF-1	ccc gga ttc cca act aca ca agc gcg tgt act tca cta ctt	DNA-(apurinic or apyrimidinic site) lyase 2-like
GRF-2	cat cca gca gtg cac aga ga ctt cct gag acc gag cag tg	DNA topoisomerase 3-alpha-like
GRF-3	tac gaa ctg tga ggc atc cg ttc acc act caa tgt gcc gt	3'-5' exoribonuclease 1-like
GRF-4	gac gaa gag gaa ggc ttg ga gcc gta ctc cca tca gct tt	endonuclease 8-like 3

Реакцию ПЦР в реальном времени проводили в термоциклере CFX 96 Real-Time System (BIORAD). Подготовку образцов проводили по стандартному методу с помощью набора реагентов для проведения ПЦР-РВ в присутствии Sybr GreenI ООО Синтол. Реакция ПЦР-РВ проводилась в одинаковых условиях для всех образцов: 95 °С — 5 мин — активация Taq полимеразы, далее 45 циклов — 94 °С — 30 сек, 58 °С — 30 сек, 72 °С — 30 сек. После последнего цикла 72 °С — 2 мин. Реакцию ставили в 3-х параллелях и 3-х повторностях. Относительный уровень экспрессии рассчитывали по калибровочной кривой относительно гена *Gapdh*, сделанной в пяти повторах.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Растения обладают способностью постоянно продуцировать новые ткани и органы на протяжении всей их жизни. Жизнеспособность растений так сильна, что они могут существовать несколько столетий и даже больше. И этот удивительный факт обусловлен растительными стволовыми клетками. Стволовые клетки растений обеспечивают их обновление и образование из них листьев, стеблей, стволов и цветов. Стволовые клетки репарируют ткани и регенерируют органы. Соотношение между сохранением стволовых клеток и их дифференциацией является основным аспектом для нормального роста и развития растения. Такие элементы — молекулярные регуляторы, как фитогормоны, факторы транскрипции и некоторые другие известные и неизвестные гены кооперируются для реализации этих процессов [8].

В качестве объекта для исследования была выбрана модель регенерации и образования каллусной ткани *Nicotiana tabacum L.* сорт Samsun Sn-1. В качестве эксплантов использовали семядоли табака. Изучались следующие показатели: скорость образования каллусной массы, количество регенерантов, скорость роста регенерантов, образование листовой системы у регенерантов. Для того чтобы охарактеризовать каллусы, использовали такие показатели, как: плотность, окраску, обводненность и весу сырой каллусной массы. Через 3 недели после помещения экспланта на среду с добавлением пептидов регистрировали частоту каллусогенеза

и морфологию образовавшихся каллусов: цвет, текстуру, величину, количество образовавшихся регенерантов и листьев. В конце эксперимента (через 4 недели) отмечали нормально сформировавшиеся растения (регенеранты), имеющие побеги и корневую систему, и отклоняющиеся формы (ризогенез, геммагенез). Эффективность регенерации рассчитывали как процент каллусов, давших нормальные растения-регенеранты от общего количества каллусных линий.

Известно, что использование цитокининов вызывает интенсивный каллусогенез. В серии проведенных экспериментов установлено, что пептиды не препятствовали формированию каллуса. Во всех вариантах каллус и регенеранты образовывались у всех эксплантов. Гибели эксплантов нами отмечено не было. Наблюдения, проводившиеся на 7-е сутки, показали более высокую индукцию каллусогенеза с добавлением пептидов в питательную среду во всех вариантах. Наиболее интенсивное каллусообразование наблюдалось на 6—8 сутки под воздействием гормонов в присутствии AlaAspGluLeu в концентрации 10^{-7} М.

На рисунке 1 представлены характерные фотографии, демонстрирующие процесс каллусообразования и регенерации после 28 суток культивирования на агаризованной среде МС без и в присутствии пептидов. Контрольный каллус имеет более рыхлую структуру, светло-зеленую окраску. Большая часть регенерантов находится в зачаточном состоянии (рис. 1 а—в). Формирующиеся листовые пластинки имели небольшой размер (рис. 1б, табл. 2). В вариантах с применением AlaAspGluLeu были получены наилучшие результаты: каллус имел яркую зеленую окраску, плотную структуру, образовывался равномерно по всему экспланту, а регенеранты выглядели более мощными, их было больше (рис. 1 г—е, табл. 2) и они имели более сформированную структуру. Листовые пластинки в присутствии пептидов были более крупными (рис. 1, табл. 2). Наибольшим количеством регенерантов было выявлено при культивировании каллусов в присутствии AlaAspGluLeu. Площадь листовых пластинок увеличивалась при воздействии всех изученных пептидов, особенно при добавлении в среду AlaAspGluLeu. Как видно из табл. 2, пептиды влияли на увеличение биомассы в 1,5—2,5 раза. Регенерационный потенциал также был выше в опытных вариантах (табл. 2).

Таким образом, присутствие в питательной среде пептидов оказало положительный эффект как на накопление биомассы, так и на регенерационный потенциал — количество и размер регенерантов. Выявлена высокая эффективность AlaAspGluLeu на каллусной культуре табака.

Полученные результаты убедительно свидетельствуют о перспективности использования коротких пептидов для улучшения процессов регенерации у растений.

Факторы регуляторов роста (*GRF*) в растениях являются специфическими факторами транскрипции. Их роль была определена в развитии стебля, листьев, цветов и формировании семян, развитии корней и в координации процессов роста во враждебной окружающей среде [9].

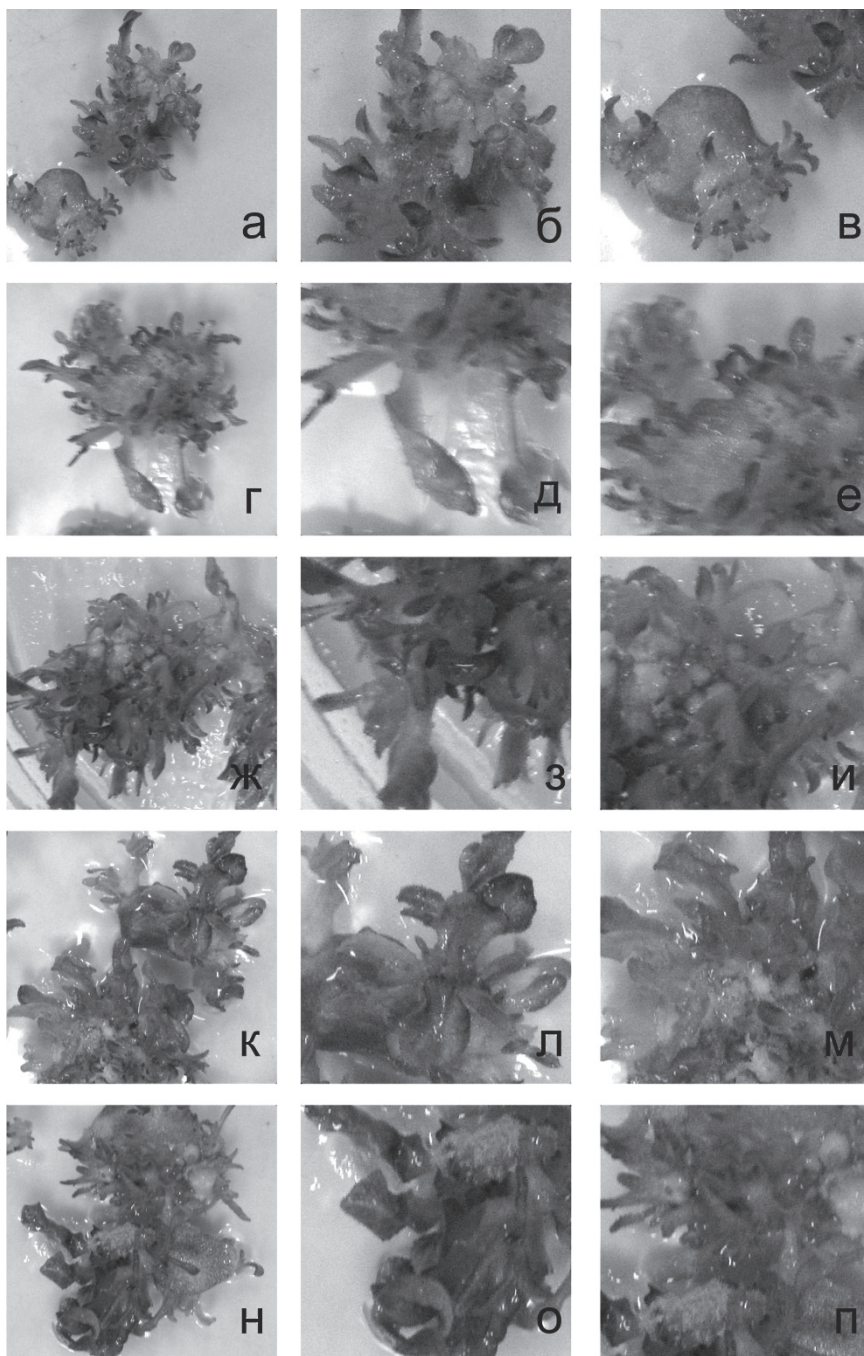


Рис. 1. Эффект коротких пептидов на каллусогенез табака *Nicotiana tabacum* L. после культивирования в течение 28 дней на агаризованной среде МС. Регенерация на среде МС с добавлением 2 мг/л 6 БАП и 0,2 мг/л ИУК без — а—в; с добавлением AlaGluAspGly — г—е; AlaAspGluLeu — ж—и; GlyGly — к—м и GlyAsp — н—п. Первый ряд — общий вид экспланта; второй ряд — регенеранты с крупными листьями; третий ряд — морфогенный каллус

Таблица 2

Влияние коротких пептидов на развитие каллусной массы и регенерационный потенциал табака

Вариант	Вес каллусной массы, мг	Число регенерантов на эксплант, шт	Площадь листа крупных регенерантов, мм ²	Площадь листа мелких регенерантов, мм ²
Контроль	297 ± 14	7,8 ± 0,7	6,2 ± 2,0	2,5 ± 1,1
AlaAspGluLeu	698 ± 16	11,2 ± 0,5	15,8 ± 2,2	5,0 ± 1,0
AlaGluAspGly	581 ± 16	9,8 ± 0,6	12,9 ± 1,8	3,8 ± 0,8
GlyGly	462 ± 12	9,0 ± 0,5	12,1 ± 1,4	4,1 ± 0,8
GlyAsp	374 ± 12	9,5 ± 0,5	12,7 ± 2,1	4,0 ± 0,9

Для табака только у четырех генов регуляторов фактора роста (GRF) были определены кодируемые белки. Этот факт явился основным при выборе объектов исследования для изучения их экспрессии под воздействием коротких пептидов. Все кодируемые белки используемых нами генов специфически связываются с ДНК по определенным сайтам. Это ДНК-апуриновая/апириμιдиновая лигаза, ДНК-топоизомераза 3α,3',5'-экзонуклеаза и эндонуклеаза 8 (см. табл. 1).

Данные по экспрессии генов *GRF* в каллусной культуре табака, выращенного как в отсутствии, так и в присутствии коротких пептидов, представлены на рис. 2.

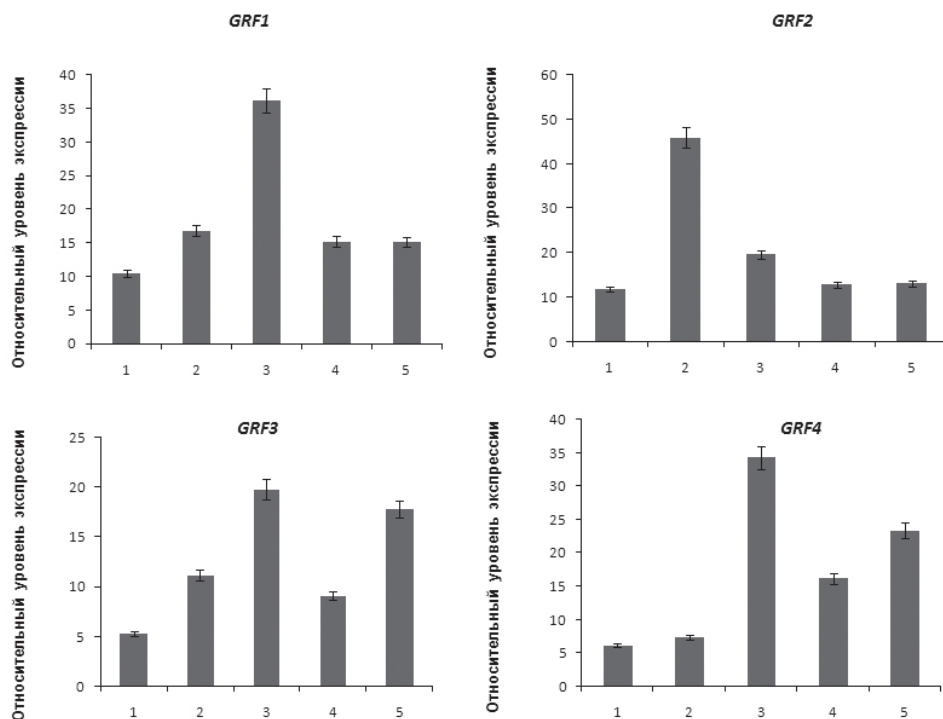


Рис. 2. Относительный уровень экспрессии генов семейства *GRF* в каллусах *Nicotiana tabacum* L., выращенных на питательной среде MC без и в присутствии коротких пептидов:

1 — контроль, 2 — AlaGluAspGly, 3 — AlaAspGluLeu, 4 — GlyGly, 5 — GlyAsp

Как следует из этого рисунка, тетрапептид Ala-Asp-Glu-Leu увеличивает экспрессию гена *GRF1* практически в 4 раза, а три других пептида только незначительно активировали этот ген (~1,5раз). Хотя Ala-Asp-Glu-Leu и увеличивают экспрессию гена *GRF2*, но только в 2 раза, в отличие от тетрапептида AlaGluAspGly, который экспрессирует *GRF2* практически в 5 раз. Дипептиды GlyGly и GlyAsp практически не влияли на экспрессию гена *GRF2*. Все используемые пептиды незначительно влияют на экспрессию гена фактора роста *GRF3* и увеличивают уровень экспрессии в 1,5—3 раза. Тетрапептид Ala-Asp-Glu-Leu увеличивает экспрессию гена *GRF4* почти в 4 раза, дипептид GlyGly — в 3 раза, а дипептид GlyAsp — почти в 5 раз по сравнению с контролем. Нужно отметить, что присутствие тетрапептида AlaGluAspGly в питательной среде практически не изменило уровень экспрессии гена *GRF4*. Таким образом, короткие пептиды влияют на экспрессию генов, кодирующих белки регуляторов факторов роста. Величина экспрессии зависит от природы пептида. Кроме того, разные по структуре пептиды по-разному влияют на разные гены *GRF*. Эти данные могут указывать на то, что короткие пептиды, связываясь с определенными промоторными участками ДНК, могут регулировать экспрессию генов, подобно действию растительных гормонов [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, короткие экзогенные пептиды могут являться регуляторами роста, развития и клеточной дифференцировки, целенаправленно влияя на экспрессию определенных генов. Мы предполагаем, что короткие пептиды могут действовать в клеточной культуре как регуляторы роста растений нового поколения, которые могут найти применение в биотехнологии и практическом растениеводстве.

Работа была выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования ФГБНУ ВНИИСБ по государственному заданию № 0574-2014-0003.

Благодарим Хавинсона В.Х. за предоставленные AlaGluAspGly, AlaAspGluLeu и ООО Синтол за синтез праймеров к генам *GRF*.

© Т.А. Диловарова, С.В. Смесова, Е.Н. Баранова, Л.И. Федорева, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Харченко П.Н. Проблемы агробиотехнологии. ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. С. 1—260.
- [2] Czyzewicz N., Yue K., Beeckman T., De Smet I. Message in bottle: small signalling peptides outputs during growth and development // *J. Exp. Biol.* 2013. № 66. P. 5229—5243.
- [3] Murphy E., Smith S., De Smet I. Small signalling peptides in Arabidopsis development: how cells communicate over a short distance // *Plant Cell*. 2012. № 24. P. 3198—3217.
- [4] Wang G., Zhang G., Wu M. CLE peptide signaling and crosstalk with phytohormones and environmental stimuli // *Frontiers in Plant science* 2016. № 6. P. 1211—1217.
- [5] Betsuyaku S., Sawa S., Yamada M. The function of the CLE peptides in plant development plant microbe interactions // *Arabidopsis book*. 2011. № 9. P. 149.
- [6] Федорева Л.И., Диловарова Т.А., Ашапкин В.В., Мартиросян Ю.Ц., Хавинсон В.Х., Харченко П.Н., Ванюшин Б.Ф. Короткие экзогенные пептиды регулируют экспрессию генов CLE, KNOX1 и GRF у *Nicotiana tabacum* // *Биохимия*. 2017. № 82. P. 700—709.

- [7] *Murashige T., Skoog F.* A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiologia plantarum*. 1962. Т. 15. №. 3. С. 473—497.
- [8] *Zhang W., Yu R.* Molecular mechanism of stem cells in *Arabidopsis thaliana* // *Pharmacogn. Rev.* 2014. № 8 (16). P. 105—112.
- [9] *Omidbakhshfar M.A., Proost S., Fujikura U., Mueller-Roeber B.* Growth-Regulating Factors (GRFs): A Small Transcription Factor Family with Important Functions in Plant Biology // *Mol. Plant*. 2015. № 8. P. 998—1010.
- [10] *Jiménez V.M.* Involvement of plant hormones and plant growth regulators on in vitro somatic embryogenesis // *Plant Growth Regulation*. 2005. Т. 47. № 2—3. С. 91—110.

Сведения об авторах:

Диловарова Татьяна Анатольевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник группы геномной модификации ФГБНУ Всероссийского НИИ сельскохозяйственной биотехнологии; e-mail: dilovarova@yandex.ru

Смесова Светлана Викторовна — студент РГАУ Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева; младший научный сотрудник группы геномной модификации ФГБНУ Всероссийского НИИ сельскохозяйственной биотехнологии; e-mail: smesova.svetlana@mail.ru

Баранова Екатерина Николаевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории клеточной биологии ФГБНУ Всероссийского НИИ сельскохозяйственной биотехнологии; e-mail: greenpro2007@rambler.ru

Федорева Лариса Ивановна — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник группы геномной модификации ФГБНУ Всероссийского НИИ сельскохозяйственной биотехнологии; e-mail: fedlara@inbox.ru

Для цитирования:

Диловарова Т.А., Смесова С.В., Баранова Е.Н., Федорева Л.И. Короткие пептиды регулируют рост каллусной культуры табака *Nicotiana tabacum L.* // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. 2017. Т. 12. № 4. С. 323—331. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-323-331.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-323-331

SHORT PEPTIDES REGULATE THE GROW OF CALLUS CULTURE TOBACCO *NICOTIANA TABACUM L.*

**T.A. Dilovarova, S.V. Smesova,
E.N. Baranova, L.I. Fedoreyeva**

All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology,
Russian Academy of Sciences
Timiryazevskaya st., 42, Moscow, Russia, 127550

Abstract. Phytohormones, which are secreted peptides, play an important role in intercellular interactions, participating in the regulation of development and in numerous physiological processes and in responses to the influence of environmental factors. Short peptides in a concentration of 10^{-7} — 10^{-8} M regulate the growth and development of the callus culture of tobacco (*Nicotiana tabacum L.*) in culture in vitro. AlaGluAspGly, AlaAspGluLeu, GlyGly and GlyAsp on the 28th day of cultivation showed an increase in the biomass of tobacco by a factor of 1.5 to 2.5, an increase in the number of regenerants per explant by 10—30%, and also the area of the leaf plate of regenerants by 2—2.5 times. Exogenous peptides

influence the expression of genes encoding the proteins of growth factor regulators. It was found that the expression values calculated by the PCR-PB method depend on the nature of the peptide. In addition, structurally different peptides differentially affect the different genes (growth regulating factor) of GRF. The greatest increase in the expression level of GRF family genes is observed in the presence of AlaAspGluLeu — GRF1, GRF3, GRF4 3.5—4 times, in the presence of AlaGluAspGly — GRF2 more than 4.5 times, GlyGly — GRF4 more than 3 times, GlyAsp — GRF3, GRF4 in 3—4 times. It is assumed that in the cell culture, short peptides can act as a regulator of the growth of new generation plants that can find application in biotechnology and practical plant growing.

Key words: short peptides, plant growth regulators, callus culture, *Nicotiana tabacum* L. tobacco, GRF genes

REFERENCES

- [1] Kharchenko P.N. *Problems of agro-biotechnology*. FEDERAL state budgetary scientific institution “Rosinformagrotekh”, 2012. C. 1—260.
- [2] Czyzewicz N., Yue K, Beeckman T. Communications I. estimates in a bottle: small signalling peptide outputs during growth and development. *J. exp. Biol.* 2013. No. 66. P. 5229—5243.
- [3] Murphy E., Smith S., De Smet I. Signalling Small peptides in Arabidopsis development: how cells communicate at a distance shot. *Plant cell*. 2012. No. 24. P. 3198—3217.
- [4] Wang G., Zhang G., Wu M. CLE Signaling peptides and cross stem with phytohormones and environmental stimuli. *Science about plants* by 2016. No. 6. P. 1211—1217.
- [5] Betsuyaku S., Sawa S.M. Yamada functions of CLE peptides in plants plant development microbe interactions. *The Arabidopsis book*. 2011. No. 9. P. 149.
- [6] Fedoreeva L.I., Dilovarov T.A., Agapkin V., Martirosyan Yu.C., Khavinson X., Kharchenko P.N., Vanyushin B.F. Short peptides regulate gene expression of exogenous CLE, KNOX1 and GRF from *Nicotiana tabacum*. *Biochemistry*. 2017. No. 82. P. 700—709.
- [7] Murashige T., Skoog F. Revised medium for rapid growth and bioanalysis with tobacco tissue cultures. *Physiology of plantar*. 1962. T. 15. No. 3. S. 473—497.
- [8] Zhang V., Ju. R. Molecular mechanism of stem cells in the Arabidopsis talian. *Pharmakogn. Rev.* 2014. No. 8(16). P. 105—112.
- [9] Omidbakhshfar A.M., Proust C., Fujikura U., Mueller-Roeber B. Growth-regulatory factors (CSF): a small Transcription factor family with essential functions in plant biology. *Biochemistry Plant*. 2015. No. 8. P. 998—1010.
- [10] Jimenez V.M. Participation of plant hormones and plant growth regulators under laboratory conditions somatic embryogenesis. *Regulation of plant growth*. 2005. T. 47. No. 2—3. P. 91—110.

For citation:

Dilovarova T.A., Smesova S.V., Baranova E.N., Fedoreyeva L.I. Short peptides regulate the grow of callus culture tobacco *Nicotiana tabacum* L. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 323—331. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-323-331.



ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-332-340

ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОЧВ БЕНИНА ПО СПУТНИКОВЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ LANDSAT

Р. Какпо, И.Ю. Савин

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

Проведен анализ возможности использования спутниковых данных Landsat для распознавания наиболее широко распространенных почв Бенина. Установлено, что выделить все почвы, изображенные на почвенной карте, по спутниковым изображениям Landsat для территории исследований невозможно. Более достоверно выделяются по тоновым характеристикам почвы, развитые на одинаковых почвообразующих породах. Выявленные особенности группировки почв по тоновым признакам скорее всего связаны с особенностями свойств поверхности почв, а также с типом произрастающей на них растительности. Найденные закономерности могут быть использованы для корректировки почвенной карты Бенина, а также для организации спутникового мониторинга почвенного покрова республики.

Ключевые слова: почвы, Бенин, Landsat, дешифрирование почв, карта почв

ВВЕДЕНИЕ

Почвенные ресурсы любой территории предопределяют возможности ее использования в сельском хозяйстве, урожайность сельскохозяйственных культур и особенности их возделывания [1].

В качестве основного источника информации о состоянии почв является почвенная карта. От качества почвенной карты и ее кондиционности зависят результаты оценки почвенных и земельных ресурсов [4].

Составление почвенной карты является очень затратным и трудоемким процессом. Поэтому традиционно почвенные карты больших регионов и стран создаются раз в 10 лет, а во многих случаях еще реже.

Все это предопределяет необходимость поиска методов менее затратного и более оперативного составления почвенных карт. Одним из самых перспективных источников информации традиционно считаются данные дистанционного зондирования земной поверхности. Для больших территорий наиболее рационально использовать спутниковые данные, которые можно получать достаточно часто, с относительно небольшими затратами и на большие территории [2].

В настоящее время уже накоплен достаточно большой опыт использования спутниковых данных для дешифрирования почв [2, 3]. Установлено, что эффектив-

ность и достоверность дешифрирования зависят от региона работ, а также от характеристик самих спутниковых данных. Но единые правила и методики до сих пор не разработаны.

Последняя почвенная карта территории Бенина была составлена в 1976 году [6]. Карта составлялась традиционным картографическим способом. Кроме того, за прошедшее с тех пор время в почвенном покрове страны могли произойти большие изменения. Все это предопределяет необходимость проведения работ по обновлению этой карты. Наиболее перспективно использовать для этого спутниковые данные. Но возможности их использования для территории исследований до сих пор недостаточно изучены.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

В качестве источника информации о почвах Бенина использовалась Почвенная карта, составленная P. Faure, M. Viennot в 1976 году под эгидой Министерства кооперации и сельского развития Бенина. Карта была составлена в масштабе 1 : 200 000 на 9 листах. К каждому листу карты приведена отдельная легенда. Наименования почв даны во французской классификации почв [5].

Исходная карта была импортирована в ГИС, привязана географически, все листы сшиты и после этого карта была отвекторизована. Вся информация легенды карты была помещена в атрибутивную таблицу к карте. Полученная векторная карта содержит 4041 полигон.

После подготовки к анализу почвенной карты проводился поиск связи выделов почв на карте с характером их изображения на спутниковой сцене Landsat 8 (<https://landsat.usgs.gov/landsat-8>).

Спутниковые изображения Landsat 8 могут быть получены для любой точки земной поверхности. Съемка ведется в 9 спектральных каналах (табл. 1).

Таблица 1

Спектральные каналы Landsat 8

Спектральный канал	Длины волн, мкм	Разрешение на местности, м
Канал 1 — Новый синий	0,433—0,453	30
Канал 2 — Синий	0,450—0,515	30
Канал 3 — Зеленый	0,525—0,600	30
Канал 4 — Красный	0,630—0,680	30
Канал 5 — Ближний ИК	0,845—0,885	30
Канал 6 — Ближний ИК	1,560—1,660	30
Канал 7 — Ближний ИК	2,100—2,300	30
Канал 8 — Панхроматический	0,500—0,680	15
Канал 9 — Микроволновой	1,360—1,390	30

Для анализа были отобраны изображения, полученные в феврале 2014 года. Был выбран именно этот сезон съемки, так как в это время максимальна открытость поверхности почв, а растительность должна изображаться на снимках максимально контрастно.

Для анализа были отобраны 3 основных канала съемки (1, 3 и 5), которые характеризуют базовые спектральные отражательные особенности подстилающей поверхности.

Почвенная карта Бенина была переведена в проекцию спутниковых изображений и растеризована для совмещения с ними. После этого карта была наложена на спутниковые изображения, и для каждого контура карты была считана информация о тоне изображения для всех пикселей, попавших в контур почвенной карты.

Проводился статистический анализ тона изображения каждого контура почвенной карты с учетом преобладающей в них почвы.

Для выявления схожих по изображению почв строилась дендрограмма сходства на основе данных о преобладающем тоне изображения в контуре почв и стандартном отклонении тона изображения в контуре во всех трех каналах съемки (мера сходства — Эвклидово расстояние).

После этого экспертно проводился анализ делимости почв по тону их изображения на спутниковых данных.

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ Statistica. Работа со спутниковыми изображениями и почвенной картой проводилась в ГИС ILWIS 3.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 2 представлена характеристика тона изображения основных почв Бенина на спутниковых данных Landsat отобранного срока съемки. Как следует из таблицы, тон изображения достаточно сильно варьирует. Наибольшее варьирование наблюдается в первом и третьем каналах съемки, наименьшее в пятом, инфракрасном, канале. Это может указывать на то, что в момент съемки поверхность почв была в достаточно сухом состоянии. Стандартное отклонение тона изображения изменяется от нескольких единиц тона до 40—50. Это связано, по-видимому, с неоднородностями растительного покрова и спецификой использования земель.

Таблица 2

Характер изображения почв Бенина на снимках Landsat

Название почвы	Почвообразующая порода	Тон в 1 канале	Тон в 3 канале	Тон в 5 канале	Стандартное отклонение тона в 1 канале	Стандартное отклонение тона в 3 канале	Стандартное отклонение тона в 5 канале	Номер на дендрограмме (рис. 1)
Бурые тропические эвтрофные железистые	основные породы	47	18	12	48,3	18,2	12,9	15
Вертисоли автоморфные	осадочная глина	96	35	28	5,3	3,6	5,5	10
Вертисоли литоморфные в сочетании с гидроморфными конкреционными	основные породы	95	35	24	2,5	2	3,2	13
Гидроморфные минеральные или перегнойные глеевые лессивированные	основные брекчии и гнейс	88	33	23	28,2	10,8	8,2	103

Продолжение таблицы 2

Название почвы	Почвообразующая порода	Тон в 1 канале	Тон в 3 канале	Тон в 5 канале	Стандартное отклонение тона в 1 канале	Стандартное отклонение тона в 3 канале	Стандартное отклонение тона в 5 канале	Номер на дендрограмме (рис. 1)
Гидроморфные минеральные или перегнойные глеевые лессивированные	Четвертичный песок	50	23	22	53,8	23,6	23,1	104
Гидроморфные минеральные или перегнойные глубокоглеевые	Аллювиальные глины	90	34	22	24,5	8,2	8	100
Гидроморфные минеральные или перегнойные глубокоглеевые	Аллювиально-коллювиальные породы	93	36	29	26,3	10,9	11,2	101
Гидроморфные минеральные или перегнойные псевдоглеевые в комбинации с конкреционными	Аллювиальные глины	96	36	26	12,6	6	8	107
Гидроморфные минеральные или перегнойные псевдоглеевые в комбинации с конкреционными	Аллювиальные песчано-суглинистые породы	73	28	22	43,6	16,4	13,6	106
Гидроморфные минеральные или перегнойные псевдоглеевые в комбинации с конкреционными	Песок и супесь	61	24	18	47,3	17,6	13,3	105
Гидроморфные органогенные оглеенные незасоленные	Аллювиальные дельтовые породы	62	25	9	49,2	17,9	8,8	99
Гидроморфные органогенные оглеенные незасоленные или слабозасоленные	Аллювиальные лагунные породы и аллювиально-коллювиальные породы	52	20	15	48,5	18,4	15,2	98
Железисто-марганцевые тропические бедные без конкреций	Биотитовый известково-щелочной гранит	58	22	17	46	17,3	13,4	80
Железисто-марганцевые тропические бедные конкреционные	Брекчии и гранит	91	34	25	19,8	7,7	6,6	81
Железисто-марганцевые тропические бедные маложелезистые	Брекчии и гранит	82	31	22	32	12	9,4	82

Продолжение таблицы 2

Название почвы	Почвообразующая порода	Тон в 1 канале	Тон в 3 канале	Тон в 5 канале	Стандартное отклонение тона в 1 канале	Стандартное отклонение тона в 3 канале	Стандартное отклонение тона в 5 канале	Номер на дендрограмме (рис. 1)
Железисто-марганцевые тропические лессивированные без конкреций	Двуслюдяной гранито-гнейс	11	4	3	31,4	11,8	8,9	32
Железисто-марганцевые тропические лессивированные без конкреций	Кислый гранит	95	36	27	8,6	3,9	6,5	31
Железисто-марганцевые тропические лессивированные без конкреций	Отложения и коллювий песчано-глинистых пород	98	38	32	7,8	5,3	7,9	43
Железисто-марганцевые тропические лессивированные без конкреций	Песчаники	98	37	27	1,4	1,4	3,6	40
Железисто-марганцевые тропические лессивированные без конкреций	Брекчии	63	25	21	48,9	19,9	18,4	39
Железисто-марганцевые тропические лессивированные гидроморфные	Брекчии и гранит	97	37	27	4,8	2,5	4,6	73
Железисто-марганцевые тропические лессивированные гидроморфные	Песчаные и песчано-глинистые коллювиальные породы	75	29	25	43,2	16,8	15,1	79
Железисто-марганцевые тропические лессивированные конкреционные	Брекчии	74	28	20	41,8	15,9	12,1	45
Железисто-марганцевые тропические лессивированные конкреционные	Гранит и двуслюдяной гранито-гнейс	73	27	21	43,7	16,5	13	48
Железисто-марганцевые тропические лессивированные конкреционные	Каолинит из гранита и двуслюдяного гранито-гнейса	12	4	3	31,9	11,9	9,2	57
Железисто-марганцевые тропические лессивированные конкреционные	Каолинит из элювия	10	4	3	30,1	11	8,6	53

Окончание таблицы 2

Название почвы	Почвообразующая порода	Тон в 1 канале	Тон в 3 канале	Тон в 5 канале	Стандартное отклонение тона в 1 канале	Стандартное отклонение тона в 3 канале	Стандартное отклонение тона в 5 канале	Номер на дендрограмме (рис. 1)
Железисто-марганцевые тропические лессивированные конкреционные	Каолинит из ферромагниевого порфиroidного элювия и гранита	61	23	17	48	18,1	14,4	54
Железисто-марганцевые тропические лессивированные конкреционные	Элювий порфиритов и гранитов	76	29	22	37,9	14,6	11,6	46
Железисто-марганцевые тропические лессивированные уплотненные	Двуслюдяной гранито-гнейс	16	6	5	36,4	14,2	11,7	62
Железисто-марганцевые тропические лессивированные уплотненные	Каолинит из брекчии	46	17	13	49,1	18,1	13,5	68
Железисто-марганцевые тропические слаболессивированные и глинистые	Каолинит из биотитового гнейса	30	11	8	45,5	16,4	12,6	23
Неразвитые минеральные эродированные	На разных породах	88	33	24	27,3	10,3	9	2
Слаборазвитые намывные гидроморфные	Прибрежные морские пески	36	17	14	54,2	25,2	24,3	6
Ферралитные слабоненасыщенные гидроморфные	Глины	40	17	17	46,8	18,2	17	88
Ферралитные слабоненасыщенные обедненные	Переотложенные песчано-глинистые породы и песчаники	83	32	28	36,9	14,4	12,9	86
Ферралитные слабоненасыщенные обедненные	Песчаники и коллювий	86	33	28	29,2	11	10,9	84
Ферралитные слабоненасыщенные обедненные	Песчано-глинистые рыхлые отложения	75	29	28	40,2	15,5	15,8	85
Ферралитные слабоненасыщенные эродированные	Кислый гранито-гнейс	34	12	9	46,7	16,6	13	90
Ферралитные среднененасыщенные типичные	Брекчии и гнейс	45	17	13	48,9	18,5	15	96

Также это свидетельствует о том, что простое дешифрирование почв региона исследований по тону изображения в одном из каналов съемки вряд ли возможно.

На рисунке 2 представлена дендрограмма сходства почв Бенина по тону их изображения на снимках Landsat. Анализ дендрограммы показывает, что в отдельную группу выделяются железисто-марганцевые лессивированные почвы на каолинитах и гнейсо-гранитах, которые характеризуются самыми низкими значениями тона изображения во всех анализируемых каналах. В отдельную группу выделились подобные же почвы, но развитые на песчано-глинистых отложениях и элювии порфиритов и гранитов. Более светлым тоном и небольшой его вариативностью отличается группа, куда вошли гидроморфные и обедненные почвы на аллювии и брекчиях. Еще одну группу образовали вертисоли и железисто-марганцевые тропические лессивированные почвы на песчано-глинистых породах и песчаниках. Ни в какие группы не объединяются гидроморфные органогенные почв, почвы на морских и четвертичных песках.

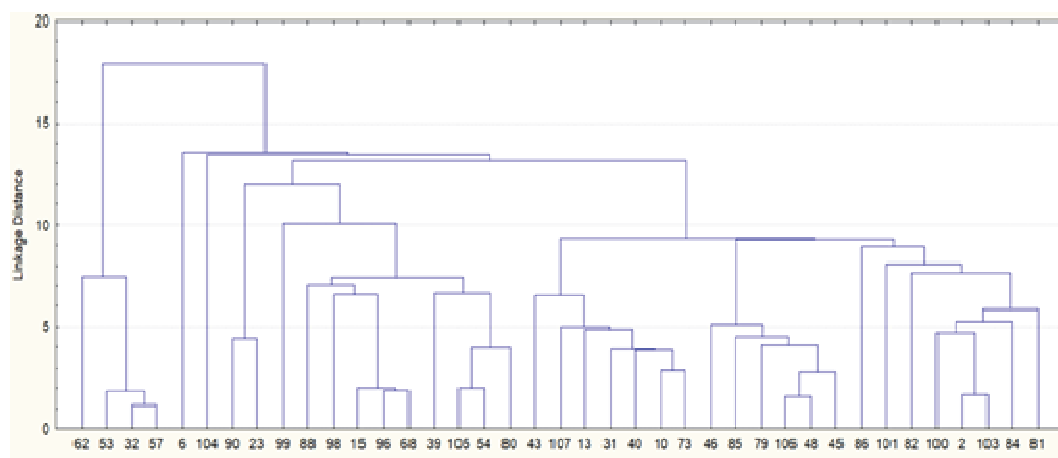


Рис. 1. Дендрограмма сходства почв Бенина по тону их изображения и его стандартному отклонению в 1, 3 и 5 каналах Landsat

При этом почвы одного классификационного положения не объединяются по отдельным группам. Лучше объединяются в группы почвы на схожих по вещественному составу почвообразующих породах, но и в этом случае отмечается достаточно много исключений из общего правила.

По-видимому, это связано с влиянием на характер изображения растительности и с низкой индикационной ролью растительности. То есть на почвах разного классификационного положения произрастает одинаковая растительность, которая характеризуется схожими тоновыми характеристиками, что и приводит к тому, что разные почвы попадают в одну группу.

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований установлено, что выделить все почвы, изображенные на почвенной карте, по спутниковым изображениям Landsat для территории исследований невозможно.

Более достоверно выделяются по тоновым характеристикам почвы, развитые на одинаковых почвообразующих породах.

Выявленные особенности группировки почв по тоновым признакам скорее всего связаны с особенностями свойств поверхности почв, а также с типом произрастающей на них растительности.

Найденные закономерности могут быть использованы для корректировки почвенной карты Бенина, а также для организации спутникового мониторинга почвенного покрова республики.

© Р. Какпо, И.Ю. Савин, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] *Иванов А.Л., Савин И.Ю., Столбовой В.С.* Качество почв России для сельскохозяйственного использования // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2013. № 6. С. 41—45.
- [2] *Савин И.Ю.* Использование спутниковых данных для составления почвенных карт: современные тенденции и проблемы // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2016. Т. 13. № 6. С. 29—39.
- [3] *Симакова М.С., Савин И.Ю.* Использование материалов аэро- и космической съемки в картографировании почв: пути развития, состояние, задачи // *Почвоведение*. 1998. № 11. С. 1339—1347.
- [4] *Brevik E.C., Calzolari C., Miller B.A., Pereira P., Kabala C., Baumgarten A., Jordán A.* Soil mapping, classification, and pedologic modeling: History and future directions // *Geoderma* 264 (2016) 256—274
- [5] *Classification des sols*. Edition 1967. Paris: CPCPS.
- [6] *Faure P., Viennot M.* Carte pedologique de reconnaissance a 1/200000, Bondy, France. 1976.

Сведения об авторах:

Какпо Р. — стажер агроинженерного департамента Российского университета дружбы народов; e-mail: rolemair@yahoo.fr

Савин Игорь Юрьевич — член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор агроинженерного департамента Российского университета дружбы народов; e-mail: savin_iyu@pfur.ru

Для цитирования:

Какпо Р., Савин И.Ю. Возможности распознавания почв Бенина по спутниковым изображениям Landsat // *Вестник Российского университета дружбы народов*. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. Т. 12. № 4. С. 332—340. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-332-340.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-332-340

POSSIBILITIES OF DETECTING OF SOILS OF BENIN BASED ON LANDSAT SATELLITE IMAGES

R. Какпо, I.Yu. Savin

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

Abstract. An analysis of the possibility of using Landsat satellite data for the recognition of the most widespread soils of Benin was made. It was found that it is impossible to detect all the soils depicted on the soil map based on Landsat satellite images for the research area. More accurately, the soils developed

on identical soil-forming rocks are distinguished. The revealed features of the grouping of soils by image tone characteristics are most likely due to the specific properties of the soil surface, and also to the type of vegetation growing on them. The found specifics of soil detection can be used to adjust the soil map of Benin, as well as to organize satellite monitoring of soils of the Benin Republic.

Key words: soils, Benin, Landsat, soils recognition, soil map

REFERENCES

- [1] Ivanov A.L., Savin I.YU., Stolbovoj V.S. Kachestvo pochv Rossii dlya sel'skohozyajstvennogo ispol'zovaniya. *Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*. 2013. № 6. S. 41—45.
- [2] Savin I.YU. Ispol'zovanie sputnikovyh dannyh dlya sostavleniya pochvennyh kart: sovremennye tendencii i problemy. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2016. Т. 13. № 6. S. 29—39.
- [3] Simakova M.S., Savin I.YU. Ispol'zovanie materialov aehro- i kosmicheskoy s'emki v kartografirovanii pochv: puti razvitiya, sostoyanie, zadachi. *Pochvovedenie*. 1998. № 11. S. 1339—1347.
- [4] Brevik E.C., Calzolari C., Miller B.A., Pereira P., Kabala C., Baumgarten A., Jordán A. Soil mapping, classification, and pedologic modeling: History and future directions. *Geoderma* 264 (2016) 256—274.
- [5] Classification des sols. Edition 1967. Paris: CPCS.
- [6] Faure P., Viennot M. Carte pedologique de reconnaissance a 1/200000, Bondy, France. 1976.

For citation:

Какпо Р., Савин И.Ю. Possibilities of detecting of soils of Benin based on Landsat satellite image. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 332—340. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-332-340.



ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-341-349

РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ШЛЮЗОВАНИЕМ

А.А. Поддубский¹, О.А. Захарова²,
К.Н. Евсенкин³, А.В. Шуравилин¹

¹Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

²ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»
ул. Костычева, 1, Рязань, Россия, 390041

³ФГБНУ Всероссийский НИИ гидротехники
и мелиорации им. А.Н. Костякова
ул. Большая академическая, 44-2, Москва, Россия

На торфяных землях ежегодно в солнечную погоду наблюдается подсушение и самовозгорание верхнего слоя вследствие прекращения подтока грунтовых вод при разрыве капиллярной каймы и нарушения водоподъемной способности. На осушенных торфяных почвах большая роль в противопожарном плане и водном и минеральном питании растений принадлежит грунтовым водам. Одним из приемов поддержания грунтовых вод на оптимальном уровне является шлюзование. Оно наиболее эффективно на объектах грунтового питания при наличии хорошо водопроницаемых грунтов. При этом увлажняемые земли имеют небольшие уклоны, и когда возможно подать воду в почву в необходимых количествах для покрытия расходов на испарение, транспирацию. В то же время многие вопросы, связанные с регулированием водного режима торфяных почв шлюзованием, остаются неизученными, поэтому тема наших исследований является актуальной и имеет большое значение для последующего сельскохозяйственного использования этих почв. Цель работы — изучение водного режима торфяных почв Мещерской низменности и научное обоснование его регулирования шлюзованием. Натурный полевой эксперимент проведен на торфяных почвах Мещерской низменности в ОПХ «Полково» Рязанского района Рязанской области в 2012—2016 гг. с вариантами стандартного осушения, шлюзование 0,5 м и 0,8 м. Контролем служил участок на низинном болоте. Методика исследований и технология возделывания однолетних трав (вико-овсяной смеси на зеленый корм) общеприняты. Для более точного описания процессов шлюзования, характеристики влажности грунта, оценки изменения статей водного баланса в модели используются термодинамические и геосистемные (ландшафтные) подходы. Нами использовалась математическая модель влагопереноса «Шлюзование», разработанная А.И. Головановым и Ю.И. Сухаревым с введением в нее рельефа местности опытного участка. В наших прогнозных расчетах глубину систематических дренажей принимали равной 1,0...1,2 м, ограждающей сети (ловчих дренажей) назначали в пределах 1,2...1,4 м. Нами установлено, что результаты зависят от варианта шлюзования, погодных условий, закономерного уменьшения глубины грунтовых вод и увеличения влажности торфа при подъеме уровней в каналах. Выявлено, что при подъеме уровня воды в канале до 0,8 м и до 0,5 м от бровки глубина грунтовых вод уменьшается с 0,85 до 0,58 м, а влажность в слое 0...25 см растет с 63 до 74% пористости. Шлюзование с подъемом уровня воды в каналах до 0,5 м обеспечивает достаточную противопожарную влажность, но связано со значительным расходом воды — почти в два раза

большим и с заметным снижением продуктивности посевов — до 25%, чем при шлюзовании 0,8 м. В результате пятилетних полевых экспериментов изучены процессы шлюзования осушенного торфяника в противопожарных целях и установлено, что применительно к условиям экспериментального участка подъем уровня воды в канале до глубины 0,40 м от бровки обеспечивает влажность верхнего слоя торфяника в сухой период около 0,59 доли пористости, то есть противопожарно безопасную. Для климатических условий Мещерской низменности «мягкое» шлюзование с подъемом уровня воды в каналах до 0,8 м от поверхности земли оказалось достаточным в противопожарном отношении.

Ключевые слова: Мещерская низменность, торфяные почвы, осушение, шлюзование, водный баланс, пожароопасность, грунтовые воды

Введение. В настоящее время территория Рязанской Мещеры вмещает до 100 тыс. осушенных торфяников. Ежегодно в солнечную погоду наблюдается подсушение и самовозгорание верхнего слоя торфяных почв вследствие прекращения подтока грунтовых вод при разрыве капиллярной каймы и нарушения водоподъемной способности [8, 9]. Полные потери от пожаров составляют почти 5% бюджета страны [7], в связи с этим необходимо регулирование водного режима торфяных почв. Этими вопросами занимались видные отечественные исследователи, например, Б.С. Маслов, А.И. Голованов, Х.Н. Стариков, Е.П. Панов, В.С. Печенина, В.С. Станкевич, В.Я. Черненко, П.И. Пыленок, А.В. Шуравилин и другие.

На осушенных торфяных почвах большую роль в водном и минеральном питании растений играют грунтовые воды [5]. Большинство исследователей указывают на положительную роль шлюзования торфяных почв, позволяющее в оптимальных пределах регулировать норму осушения и поддерживать ее на глубине не ниже 0,6—0,9 м для сельскохозяйственных культур и 1,1—1,2 — плодовых насаждений при соблюдении непрерывного притока влаги в корнеобитаемый слой почвы от грунтовых вод (ГВ) без заметного его иссушения [8]. Шлюзование применяют главным образом на объектах грунтового питания, когда торф подстилается хорошо водопроницаемыми грунтами, а увлажняемые земли имеют небольшие (до 0,003...0,005) уклоны и когда возможно подать воду в почву в необходимых количествах для покрытия расходов на испарение, транспирацию. Способы регулирования водного режима осушенных земель достаточно обширно изложено в работе А.В. Шуравилина и А.И. Кибека [8]. В то же время многие вопросы, связанные с регулированием водного режима торфяных почв шлюзованием, остаются неисследованными, поэтому данная работа является актуальной и имеет большое значение для последующего сельскохозяйственного использования этих почв.

Цель работы — изучение водного режима торфяных почв Мещерской низменности и научное обоснование его регулирования шлюзованием.

Материалы и методика. Натурный полевой эксперимент проведен на торфяных почвах Мещерской низменности в ОПХ «Полково» в 2012—2016 гг. согласно методике Доспехова [2] и Н.Н. Бушуева с соавт. [1] с вариантами стандартного осушения, шлюзование 0,5 м и 0,8 м. Контролем служил участок на низинном болоте.

Нами обобщены данные о многолетнем тренде дефицита увлажнения в Мещерской низменности за 53 года [6, 7] и выявлена погодная однородность территории, чрезвычайно сильная годовая изменчивость, амплитуда колебаний дефици-

тов увлажнения достигает 827 мм. При наступлении засушливых периодов, как, например, в 1972 и 2010 годах, в Рязанской области будут гореть торфяники на протяжении многих недель. Анализ погодных условий в годы проведения исследований показал, что наиболее засушливыми в мае—августе были 2011 и 2014 г., средними по влагообеспеченности — 2012, 2015 и 2016 г. и влажным — 2013 г.

Рельеф экспериментального участка равнинный, почвы торфяные на базе травяно-древесно-осоковых торфов грунтового типа питания. Торфяная залежь имеет мощность 2,3 м плотностью 1,52...2,13 г/см³, зольностью 22,2...24,6%. Коэффициент фильтрации находится в пределах 0,2...1,2 м/сут. Торфяная залежь подстилается водонасыщенными мелкозернистыми песками. Участок площадью около 8000 м² был осушен сетью открытых каналов глубиной 1,1...1,5 м, расстояния между каналами порядка 40 м. Летом 2010 года на одном из каналов глубиной около 1,1 м построены временные перемычки (шлюзы) и образовался бьеф длиной 50 м. Рядом с экспериментальным участком располагался пруд-копань, который использовался для наполнения водой бьефа канала с помощью переносной мотопомпы Euromatic MSA 50 (Италия). Во время опыта уровень воды в бьефе поддерживалась на высоте около 0,96 м от дна.

На прилегающих межканальных полосах в пределах бьефа бурились скважины, которые образовывали три створа по 10 скважин для измерения уровня грунтовых вод, и рядом такое же количество скважин для измерения влажности почвы в 35—45 см слое и влажности в слое 0—10 см. Выше по течению канала за пределами влияния бьефа устраивался еще один створ с тем же количеством открытых скважин (рис. 1) для оценки глубин грунтовых вод и влажности при отсутствии шлюзования. Створы были оборудованы водомерными постами для измерения уровня воды канала при осушении и шлюзовании. Уровень ГВ измерялся с помощью хлопушки по наблюдательным скважинам (рис. 2). Рядом с каналом была установлена стандартная метеобудка, оснащенная термографом и гигрографом с недельными заводами, осадкомером Третьякова, испаряемости определялась прибором ГГИ-3000.



Рис. 1. Очистка открытой скважины перед измерение УГВ



Рис. 2. Измерение УГВ с использованием хлопушки

Измеренные величины испаряемости сравнивались с рассчитанными по формуле Н.Н. Иванова, использованной для расчета испаряемости при моделировании процесса шлюзования. Разница между этими показателями для декадных периодов составляет около 5%.

Шлюзование проводилось автоматическим опусканием шлюза-регулятора при УГВ, при этом уровень воды в канале поднимался и падение УГВ приостанавливалось. Влажность почвы измерялась нейтронным влагомером.

Для поддержания противопожарной обстановки выбрана травопольная система земледелия, которая по мнению Ф.Р. Зейделя [7], способствует сохранению торфяных почв. Технология возделывания однолетних трав (вико-овсяной смеси на зеленый корм) общепринятая для региона. Урожайность определялась поделочно сплошным методом.

Результаты. Для более точного описания процессов шлюзования, характеристики влажности грунта, оценки изменения статей водного баланса в модели используются термодинамические и геосистемные (ландшафтные) подходы [4, 5]. Эти подходы рассматривают все составляющие напоров почвенной влаги и подземных вод, в данном случае это каркасно-капиллярный, реагирующий на влагосодержание, и гравитационный. Водосбор представляется как совокупность взаимосвязанных гидрохимических потоков, то есть элементарный водосбор принят в виде катены (цепочки) из четырех фаций с разным высотным взаиморасположением: элювиальная (возвышенная) фация, к которой примыкает склон или трансэлювиальная фация, ниже — субаквальная (пойменная) и аквальная (русло реки) фации. Такой ландшафтный подход возможен при рассмотрении как минимум двумерных фильтрационных потоков, нужно также учитывать неравномерные во времени атмосферные осадки и другие переменные погодные условия, функционирование растительного покрова, учет водопотребления, испарения и транспирации, формирование поверхностного стока. Все эти показатели включены нами в уточненную математическую модель влагопереноса «Шлюзование», разработанную А.И. Головановым и Ю.И. Сухаревым [7], и которые реализованы в виде компьютерных программ (табл. 1).

Таблица 1

Статьи водного баланса

Варианты	Весеннее увлажнение, мм	Впитавшиеся осадки, мм	Фактическое испарение, мм	Приток с возвышенности, мм	Дренажный сток с болота, мм		
					всего	сброс	подача
Естественное болото	45	297	370	60	0	0	0
Стандартное осушение	111	345	328	75	201	201	0
Шлюзование 0,8 м	111	345	335	45	161	328	167
Шлюзование 0,5 м	111	342	343	19	123	445	322
Естественное болото	0,69	0,69	0,60	64	124	43	167
Стандартное осушение	1,33	0,50	0,61	252	98	88	186
Шлюзование 0,8 м	1,00	0,57	0,89	237	98	84	182
Шлюзование 0,5 м	0,64	0,70	0,77	223	99	81	180

НСРо5 = 0,14 т/га.

Анализ статей водного баланса, представленных в табл. 1, позволяет всесторонне оценить эффективность шлюзования, в том числе и необходимые водные ресурсы, то есть подачу воды в осушительную сеть, которая соизмерима с осадками в теплый период. Нами в модель был введен учет рельефа местности опытного участка [3, 7]. Урожайность, как видно из представленных в табл. 1 данных, выше на варианте шлюзование 0,8 м на 48, 46 и 16%.

Получить показатели режима шлюзования для всех лет метеонаблюдений экспериментально практически невозможно, поэтому нами использовалась двумерная модель влагопереноса А.И. Голованова и Ю.И. Сухарева с некоторыми нашими дополнениями. Принято, что осушенные торфяники осваиваются для высокопродуктивных кормовых смесей, густой травостой которых обеспечивает увеличение пожаростойкости по сравнению с измельченной и иссушенной гидрофобной торфяной массой с плохим впитыванием воды и легко подверженной возгоранию даже от окалины, вылетающей из выхлопных труб двигателей [8].

При многолетних прогнозах рассчитывалась цепочка связанных начальными условиями лет, поэтому вводились при расчетах каждый год целиком, в виде гидрологического года, то есть с начала теплого периода и до его конца, когда температура воздуха превышает +5 °С (принят равным 180 суток для всех метеостанций), и следующий за ним холодный период со снеговым покровом, когда поступление влаги прекращается, испарение отсутствует, а вода накапливается на поверхности.

Учтя по известным формулам испарение с поверхности снега и используя величины коэффициента поверхностного стока по А.Н. Костякову, нами найден объем поверхностного стока и, следовательно, слой весеннего увлажнения, который и принимается начальным для следующего года. Эти прогнозы явились основой зонирования показателей режима шлюзования (подъема уровня воды в осушительных каналах или напора в дренах, влажности, глубин грунтовых вод, объема дренажного стока, объема подачи воды для шлюзования и другие). Нами было рассмотрено три варианта расчета:

1) так называемое «стандартное» осушение с глубиной регулирующей и ограждающей сети, рекомендуемой нормами и правилами, обеспечивающей минимально допустимую норму осушения, которая в засушливые годы создает некоторую переосушку и которая имеет место в практике осушения болот Мещеры (П.И. Пыленок);

2) «мягкое» шлюзование с поддержанием уровней воды в канале на 0,8 м ниже поверхности земли;

3) «решительное» шлюзование с поддержанием уровней воды в канале на 0,5 м ниже поверхности земли.

В последнем случае уровни грунтовых вод уже заходят в пределы корнеобитаемой зоны, начинают угнетать растения и снижать продуктивность посевов, но создают гарантированное противопожарное увлажнение поверхностного слоя торфа. В наших прогнозных расчетах глубину дрен мы принимали равной 1,0...1,2 м, ограждающей сети (ловчих дрен) назначали в пределах 1,2...1,4 м.

Результаты прогноза показателей шлюзования приведены в табл. 2. Так как свойства торфяника приняты одинаковыми для всех метеостанций, то влажность верхнего 25 см слоя мало отличается, и результаты шлюзования зависят от варианта шлюзования и от особенностей местного климата. Из таблицы видно закономерное уменьшение глубины грунтовых вод и увеличение влажности торфа при подъеме уровней в каналах. Так при подъеме уровня воды в канале до 0,8 м и до 0,5 м от бровки глубина грунтовых вод уменьшается с 0,85 до 0,58 м, а влажность в слое 0...25 см растет с 63 до 74% пористости.

Таблица 2

Результаты прогноза показателей шлюзования
(средние значения за годы исследований)

Варианты	Осадки, мм*	Испарение, мм*	Боковой приток, мм**	Глубина грунтовых вод, м***	Влажность, доли пористости****	Относительная урожайность	Дренажный сток, мм			
							Сброс из систематических дренажей	Сброс из ловчей дрены	Подача в дренажи	Суммарный сброс
Стандартное осушение	340	368	68	1,16	0,53	0,73	153	42	0	195
Шлюзование до 0,8 м	340	377	26	0,85	0,62	0,96	306	54	206	154
Шлюзование до 0,5 м	331	382	16	0,60	0,73	0,75	407	66	343	130

Примечания: * — за теплый период; ** — за год; *** — за период шлюзования; **** — средняя влажность в слое 0—25 см за период шлюзования.

Шлюзование с подъемом уровня воды в каналах до 0,5 м обеспечивает достаточную противопожарную влажность, но связано со значительным расходом воды — почти в два раза большим и с заметным снижением продуктивности посевов — до 25%, чем при шлюзовании 0,8 м.

Избыточное осушение снижает относительную продуктивность (рассчитанную по модели В.В. Шабанова), как и недоосушка. В оптимуме продуктивность стремится к единице (0,95...0,96 при шлюзовании 0,8 м).

Шлюзование незначительно изменяет статьи водного баланса в теплый период, наблюдается некоторое увеличение суммарного испарения из-за увеличения влажности верхних слоев и, как следствие, уменьшение стока со шлюзуемого болота в местную речную сеть по сравнению с обычным осушением. По нашему мнению, эффективным является шлюзование с подъемом уровня воды в канале до 0,8 м, для которого необходима подача воды в два раза меньше, чем сток с водосбора, и обеспечивается влажность 25 см слоя почвы 0,63 доли пористости, тем самым создаются противопожарные условия, возможность выращивать травостой без переувлажнения почвы.

Выводы. В результате пятилетних полевых экспериментов нами изучены процессы шлюзования осушенного торфяника в противопожарных целях и установлено, что применительно к условиям экспериментального участка подъем уровня воды в канале до глубины 0,40 м от бровки обеспечивает влажность верхнего слоя торфяника в сухой период около 0,59 доли пористости, то есть противопожарно безопасную. Для климатических условий Мещерской низменности «мяг-

кое» шлюзование с подъемом уровня воды в каналах до 0,8 м от поверхности земли оказалось достаточным в противопожарном отношении, обеспечивается достаточная влажность верхнего слоя почвы и устраняется типичная для Мещеры переосушка торфяника.

© А.А. Поддубский, О.А. Захарова, К.Н. Евсенкин, А.В. Шуравилин, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] *Бушуев Н.Н.* Современные методы почвенно-экологического мониторинга / Н.Н. Бушуев, А.В. Шуравилин, Т.В. Папаскири, А.Ю. Сошников, Б.Е. Бондарев, В.И. Кузнецов, В.В. Бородычев, А.В. Левина // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. 2009. № 9 (57). С. 44—49.
- [2] *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. С. 15—40.
- [3] *Захарова О.А., Костин Я.В.* Режим органического вещества в мелиорированной почве. Рязань: РГАТУ, 2013. 116 с.
- [4] *Мажайский Ю.А.* Экологизация водопользования в мелиорации пойменных земель // В сборнике: «Человек и окружающая среда»: Материалы четвертой республиканской научной конференции / Ю.А. Мажайский, Т.М. Гусева, В.Ф. Евтохин, К.Н. Евсенкин, В.А. Игнатюк, В.Ф. Горбич. Рязань, 2000. С. 75—85.
- [5] *Муромцев Н.А.* Грунтовые воды как источник водного и минерального питания растений / Н.А. Муромцев, Н.А. Семенов, Ю.А. Мажайский, П.И. Пыленок, А.В. Шуравилин, К.Б. Анисимов // В сборнике: «Почвенные и земельные ресурсы: состояние, оценка, использование»: Материалы Первой Всероссийской открытой конференции. М., 2015. С. 511—515.
- [6] *Овчинников А.С., Бородычев В.В., Поддубский А.А., Шуравилин А.В.* Обоснование необходимости проведения мелиораций с учетом агроклиматических показателей // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. Волгоград, 2016. № 4 (44). С. 15—24.
- [7] *Семенова К.С.* Обоснование противопожарного шлюзования осушенных торфяников в условиях Мещерской низменности: Автореф. ... канд. т.н. по спец. 06.01.02 — Мелиорация, рекультивация и охрана земель. М., 2016. 24 с.
- [8] *Шуравилин А.В., Кибека А.И.* Мелиорация. М.: ЭКСМОС, 2006. 944 с.
- [9] *Bray G.A.* Afferent signals regulating food intake // *Prog. Nutr. Soc.* 2000. V. 59. № 3. P. 373—384.

Сведения об авторах:

Поддубский Антон Александрович — кандидат технических наук, доцент агроинженерного департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: a.poddubsky@mail.ru

Захарова Ольга Алексеевна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»; e-mail: ol-zahar.ru@yandex.ru

Евсенкин Константин Николаевич — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ Всероссийский НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова; e-mail: kn.evsenkin@yandex.ru

Шуравилин Анатолий Васильевич — доктор сельскохозяйственных наук, профессор агроинженерного департамента аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: stanislavpiven@mail.ru

Для цитирования:

Поддубский А.А., Захарова О.А., Евсенкин К.Н., Шуравилин А.В. Регулирование водного режима торфяных почв Мещерской низменности шлюзованием // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2017. Т. 12. № 4. С. 341—349. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-341-349.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-341-349

REGULATION OF THE WATER REGIME OF PEAT EARTH MECHANICAL LOW-DIRECTION BY SCALING

**A.A. Poddubsky¹, OA Zakharova²,
K.N. Evsenkin³, A.V. Shuravilin¹**

¹Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

²FGBOU VO "Ryazan State Agrotechnological University
named after P.A. Kostycheva"
st. Kostycheva, 1, Ryazan, Russia, 390041

³FGBNU All-Russian Scientific Research Institute
of Hydraulic Engineering and Land Reclamation
A.N. Kostyakov str. The big academic, 44-2, Moscow, Russia

Abstract. On peatlands annually in sunny weather there is a drying and self-ignition of the upper layer due to the cessation of the flow of groundwater during the rupture of the capillary rim and the violation of the water-lifting capacity. On drained peat soils, groundwater plays a major role in the fire-fighting plan and water and mineral nutrition of plants. One of the ways to maintain groundwater at the optimal level is the sluicing. It is most effective at groundwater objects, in the presence of well permeable soils. In this case, moistened land has a slight bias and when it is possible to supply water to the soil in the required quantities to cover the costs of evaporation, transpiration. At the same time, many issues related to the regulation of the water regime of peat soils by flooding remain unexplored, so the topic of our research is relevant and of great importance for the subsequent agricultural use of these soils. The aim of the work is to study the water regime of peat soils in the Mescher lowland and the scientific justification for its regulation by sluicing. Full-scale field experiment was carried out on peat soils of the Meshcherskaya lowland in the Polkovo collective farm of the Ryazan region of the Ryazan region in 2012—2016. With options for standard dehumidification, sluicing 0.5 m and 0.8 m. The control was a site on a low marsh. The methods of research and technology of cultivating annual grasses (vetch-oat mixture on green forage) are generally accepted. To more accurately describe the processes of locks, the characteristics of soil moisture, the assessment of changes in water balance items in the model, thermodynamic and geosystemic (landscape) approaches are used. We used the mathematical model of moisture transfer "Shlyuzovanie", developed by A.I. Golovanov and Yu.I. Sukharev with the introduction into it of the terrain of the pilot site. In our forecast calculations, the depth of the systematic drains was assumed to be 1.0 ... 1.2 m, the enclosing network (trap drains) was assigned within the limits of 1.2 ... 1.4 m. We established that the results depend on the variant of sluicing, weather conditions, regular A decrease in the depth of groundwater and an increase in peat moisture with rising levels in canals. It was found that when the water level in the canal is raised to 0.8 m and up to 0.5 m from the edge, the depth of groundwater decreases from 0.85 to 0.58 m, and the humidity in the 0 ... 25 cm layer increases from 63 to 74% Porosity. Shlyuzovanie with rising water level in the canals to 0.5 m provides sufficient fire-fighting humidity, but is associated with a significant water consumption — almost twice as large and with a marked decrease in the productivity of crops —

up to 25% than with a slip of 0.8 m. As a result Five-year field experiments, the processes of sluicing of the dried peat bog in fire-fighting purposes have been studied and it is established that, as applied to the conditions of the experimental plot, the rise in the water level in the channel to a depth of 0.40 m from the edge provides the moisture of the upper layer fyanika in the dry period of about 0.59 share porosity, that is fire safety. For the climatic conditions of the Meshcherskaya lowland, a “soft” sluice with a rise in the water level in the canals to 0.8 m from the surface of the earth proved to be sufficient in the fire resistance.

Key words: Meshcherskaya lowland, peat soils, drainage, sluicing, water balance, fire hazard, groundwater

REFERENCES

- [1] Bushuyev, N.N. Modern methods of soil-ecological monitoring / N.N. Bushuev, A.V. Shuravilin, T.V. Papaskiri, A.Yu. Soshnikov, B.E. Bondarev, V.I. Kuznetsov, V.V. Borodychev, A.V. Levina. *Land management, cadastre and land monitoring*, 2009. No. 9 (57). P. 44—49.
- [2] Armor, B.A. *Methodology of field experience*. M.: Kolos, 1973. P. 15—40.
- [3] Zakharova, O.A., Costin Ya.V. *The regime of organic matter in meliorated soil*. Ryazan, RGATU, 2013. 116 p.
- [4] Mazhaysky, Yu.A. Ecologization of water use in the reclamation of floodplain lands. In the collection: “*Man and the Environment*”: *Proceedings of the Fourth Republican Scientific Conference / Yu.A. Mazhaysky, T.M. Gusev, V.F. Evtyukhin, K.N. Evsenkin, V.A. Ignatyuk, V.F. Gorbich*. Ryazan, 2000. P. 75—85.
- [5] Muromtsev, N.A. Ground water as a source of water and mineral nutrition of plants / N.A. Muromtsev, N.A. Semenov, Yu.A. Mazhaysky, P.I. Pylenok, A.V. Shuravilin, K.B. Anisimov // In the collection: “*Soil and Land Resources: Status, Evaluation, Use*”: *Proceedings of the First All-Russian Open Conference*. M., 2015. P. 511—515.
- [6] Ovchinnikov, A.S., Borodychev V.V., Poddubsky A.A., Shuravilin A.V. Substantiation of the need for reclamation taking into account agroclimatic indicators. *News of the Nizhnevolzhsk Agro-University Complex: Science and Higher Vocational Education*. Volgograd, 2016. No. 4 (44). P. 15—24.
- [7] Semenova, K.S. *Substantiation of fire-prevention flooding of drained peatlands in the Meshcherskaya lowland conditions*: Abstract on the sisk. uch. st. kt. n. on spec. 06.01.02 — Reclamation, reclamation and protection of lands. M., 2016. 24 p.
- [8] Shuravilin, A.V., Kibek A.I. *Melioration*. Moscow: EKSMOS, 2006. 944 p.
- [9] Bray, G.A. Afferent signsls regulating food intake. *Prog. Nutr. Soc.* 2000. V. 59. No. 3. P. 373—384.

For citation:

Poddubsky A.A., Zakharova OA, Evsenkin K.N., Shuravilin A.V. Regulation of the water regime of peat earth Mechanical low-direction by scaling. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 341—349. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-341-349.

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-350-358

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КОММЕРЧЕСКИХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

А.М. Абдуллаева¹, И.Г. Серегин²,
В.Е. Никитченко³

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
пищевых производств»
Волоколамское ш., 11, Москва, Россия, 125080

²ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет —
МСХА им. К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

³Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Представлены материалы по микробиологическим исследованиям полуфабрикатов из мяса птицы (филе, фарш, мясо механической обвалки), выполненные в режиме реального времени в 2016—2017 гг. Определены микробиологические показатели полуфабрикатов различных изготовителей в разные сезоны года. Выявлено, что 19—23% реализуемых птичьих полуфабрикатов имеют повышенное КМАФАнМ, КОЕ/г, при этом в 12—28% образцов выделены бактерии группы кишечных палочек, в 3—10% образцов — бактерии рода *Salmonella*, 5—14% — бактерии рода *Pseudomonas*, в 12—36% — микроорганизмы кокковых форм, в 7—26% — клостридии, в 15—17% — молочнокислые бактерии, в 9—37% — бактерии рода *Proteus*. В отдельных образцах полуфабрикатов обнаружены споры плесеней и клетки дрожжей. *Listeria monocytogenes* в исследуемых полуфабрикатах не выявляли. Наибольшую контаминацию микроорганизмами имели фарш и мясо механической обвалки бройлеров и индеек по сравнению с образцами куриного филе. В мясном сырье, имеющем микробную загрязненность свыше $1 \cdot 10^6$ КОЕ/г, отмечали изменения в органолептических и физико-химических показателях. На основании полученных данных разработаны предложения по снижению микробной контаминации полуфабрикатов и рекомендации по наиболее рациональному использованию птичьего мяса на пищевые или кормовые цели.

Ключевые слова: мясо птицы, полуфабрикаты, филе, фарш, мясо механической обвалки, микробиологический контроль, идентификация микроорганизмов, КМАФАнМ, КОЕ/г, БГКП, *Salmonella*, *Listeria*, клостридии, стафилококки, *Proteus*, плесени, дрожжи

Актуальность. Среднегодовое производство и потребление мяса птицы населением многих стран постоянно возрастает. По прогнозам экспертов, к 2020 году мясо птицы займет первое место в общем объеме потребления мясных продуктов. Доля кур и цыплят-бройлеров в настоящее время в мировом производстве птичьей мясной продукции составляет 62,5%, индеек — 7,5%, уток — 4,2%, гусей — 2,8%, другой домашней и промысловой птицы — 23% [3].

Мясная продукция птицеводства популярна у населения всех стран, потому что потреблению мяса птицы не препятствуют ни религиозные, ни обрядовые

ограничения. Это обеспечивает постоянное и устойчивое увеличение годового потребления мяса птицы на душу населения. Такая динамика производства птичьего мяса обоснована еще тем, что мясо птицы является диетическим и ценным в биологическом отношении продуктом питания. Оно полезно для детей, больных и пожилых людей, а также для других потребителей белка животного происхождения, которых в России становится все больше. Кроме того, мясо птицы, по сравнению с мясом животных, экономически доступно для средних и бедных слоев населения [1, 4, 5]. Увеличению спроса на мясо птицы населением способствует промышленное разделение тушек на отдельные части для торговых сетей.

В последние десятилетия важным маркетинговым приемом в увеличении реализации мяса птицы является производство различных птичьих полуфабрикатов и кулинарных изделий, которые в большинстве случаев соответствуют требованиям потребителей разных социальных групп и, прежде всего, малообеспеченных жителей, число которых, к сожалению, все еще возрастает.

На российском рынке производство полуфабрикатов из мяса птицы в 2016 г. увеличилось на 16,7% по сравнению с аналогичным периодом 2015 г. Увеличение реализации птичьего мяса в виде полуфабрикатов будет продолжаться и в последующие годы, так как это является наиболее рациональным не только для торговой сети, но и для потребителя.

Переработка мяса птицы продолжительный период времени основывалась, в основном, на ручной обвалке, после которой остатки мышечной ткани на костях были достаточно большими. Для того чтобы избежать потерь ценного мясного сырья на костях, были разработаны различные виды прессового оборудования, позволяющие существенно повысить выход мясного сырья. Полученное в результате обработки на таком оборудовании мясное сырье называют «мясом механической обвалки» (ММО) или «фаршем MDM» (mechanically deboned meat). Такое мясное сырье приобрело высокую популярность и повсеместно используется на колбасных предприятиях и реализуется в торговой сети. Оно, благодаря низкой цене, высокой технологичности, значительному содержанию белка и наличию легко усвояемого жира, пользуется большим спросом у колбасных предприятий. Однако при использовании для механической обвалки низкосортного мясного сырья может повышаться содержание условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, снижается окислительная устойчивость жира, уменьшается срок годности полуфабрикатов. Ускоренное окисление птичьего жира в полуфабрикатах обусловлено наличием в его составе костного мозга, который, как известно, содержит в высоких концентрациях элементы, такие как железо, магний и медь, являющиеся в биологической среде прооксидантами. Кроме того, увеличение поверхности соприкосновения структурных частиц фарша и ММО с воздухом и поверхностью оборудования, а также высокая степень измельчения различных тканей и костного мозга, наличие избыточного мясного сока и высокое значение pH делают это сырье хорошей питательной средой для микроорганизмов. В связи с этим фарш и мясо механической обвалки относят к категории скоропортящегося сырья высокого риска [2].

Для предотвращения обсеменения мяса микроорганизмами в процессе получения и разделки тушек птицы были разработаны методы их шпарки и охлаждения

с применением различных антисептиков, в том числе 0,004%-го раствора хлористоводородной кислоты. Этот метод в сравнении с традиционной тепловой обработкой обеспечивает снижение микробного обсеменения поверхности тушек в 2 раза. При обычной шпарке и охлаждении водой без добавления кислоты, количество микроорганизмов на поверхности тушек птицы не уменьшается, а наоборот увеличивается в 2—7 раз, что отрицательно отражается на санитарно-гигиенических показателях тушек и полуфабрикатов при хранении и их реализации [1].

Целью наших исследований явилось определение в режиме реального времени микробного статуса птичьих полуфабрикатов, реализуемых предприятиями розничной торговой сети и разработка предложений по снижению их бактериальной контаминации по всей производственной цепи.

Материалы и методы. Материалом для исследования служили полуфабрикаты из мяса птицы: куриное филе, фарш из мяса кур, мясо механической обвалки цыплят-бройлеров и мясо механической обвалки индеек. Образцы для исследования приобретали в торговых предприятиях города Москвы. Исследования проводили в разные сезоны 2016—2017 гг. В отобранных образцах птичьего мясного сырья определяли соответствие микробиологических показателей требованиям различных нормативных документов. Образцы для исследования разделяли на 4 условные группы. В каждую группу включали по пять проб различных полуфабрикатов. В 1-ю группу включали образцы куриного филе, во 2-ю — куриный фарш, в 3-ю — мясо механической обвалки цыплят-бройлеров, в 4-ю — образцы мяса механической обвалки индеек. С целью исключения положительной или отрицательной рекламы все данные приводим под условными номерами (1, 2, 3, 4... и т.д.).

Отбор образцов полуфабрикатов и их микробиологический анализ проводили согласно ГОСТ Р 50396.0-2013 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы отбора проб и подготовка к микробиологическим исследованиям», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли согласно ГОСТ Р 50396.1-2010 «Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов».

Наличие колиформных бактерий в мясе птицы определяли согласно ГОСТ Р 54374-2011; бактерий рода *Salmonella* — по ГОСТ Р 31468-2012; стафилококков — ГОСТ Р 54674-2011; *Listeria monocytogenes* — ГОСТ 32031-2012; клостридий — ГОСТ 7702.2.6-2015; бактерий рода *Proteus* — ГОСТ 7702.2.7-2013. Идентификацию всех выделенных микроорганизмов проводили по «Определителю бактерий Берджи» под редакцией Дж. Хоулта (1997). Полученные данные анализировали и подвергали статистической обработке.

Результаты исследования. Микробиологический анализ проводили с соблюдением асептических условий, используя стерильные инструменты посуду и материалы, не допускающие микробную контаминацию с объектов внешней среды при посевах на различные питательные среды.

Куриное филе исследовали методом смыва (ополаскивания) без обжига поверхности. Все отобранные пробы отдельно взвешивали, помещали их в новые стерильные пакеты, добавляли физиологический раствор в количестве, равном по массе пробам, и встряхивали смесь. Полученную взвесь использовали для проведения десятикратных разведений каждой пробы и последующих посевов на общепринятые и специальные питательные среды.

Пробы фарша и мяса механической обвалки исследовали без обжига поверхности. При этом образцы взвешивали, помещали в стерильные ступки и добавляли физиологический раствор до разведения 1:10. Исходную суспензию каждого образца использовали для проведения ряда десятикратных разведений с последующим посевом на питательные среды.

Для определения КМАФАнМ, КОЕ/г по 1 мл соответствующих разведений вносили в стерильные чашки Петри и заливали расплавленным и охлажденным до 43—45 °С МПА. Посевы инкубировали при температуре (30 ± 1) °С в течение 72 ч. Колонии, выросшие в чашках Петри на МПА, подсчитывали с помощью счетчика колоний и лупы.

Для выявления бактерий группы кишечных палочек (БГКП) по 1 мл соответствующих разведений вносили в пробирки со средой Кесслера с поплавком, инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 ч. При наличии изменений цвета среды и образовании пузырьков газа в поплавке проводили пересев на среду Эндо, на которой БГКП образуют темно-красные колонии с металлическим блеском.

С целью обнаружения бактерий рода *Salmonella* 25 г каждого образца вносили во флаконы с жидкой магниевой средой, инкубировали при температуре (37 ± 1) °С в течение 24 ч. Затем жидкую среду из флаконов пересеивали на селективный висмут-сульфитный агар для выделения чистой культуры, на котором сальмонеллы образуют черные колонии.

Для изолирования стафилококков из соответствующих разведений по 1 мл вносили в солевой бульон, инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 ч. В солевом бульоне учитывали рост микроорганизмов со стабильным равномерным помутнением среды и суспендируемым осадком. Для получения изолированных колоний из пробирок с солевым бульоном бактериологической петлей проводили высев штрихом на поверхность чашек Петри с Байрд-Паркер агаром. Посевы инкубировали при температуре 37 °С в течение 48 ч. На среде Байрд-Паркера стафилококки растут в виде черных или серых блестящих выпуклых колоний с просветлением среды вокруг них.

С целью выявления *Listeria monocytogenes* проводили двухэтапное селективное обогащение на среде Фразера. Сначала в бульон Фразера 1 вносили образец массой 25 г и инкубировали при температуре 30 °С в течение 24 ч. На следующий день после первичного обогащения 0,1 мл образца высевали в бульон Фразера 2 для вторичного селективного обогащения. Посевы инкубировали при температуре 37 °С в течение 48 ч. Рост *Listeria monocytogenes* в бульоне Фразера сопровождается почернением среды. После второго этапа селективного обогащения производили пересев на ПАЛКАМ-агар, посевы инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 ч. На ПАЛКАМ-агаре *Listeria monocytogenes* образует

серо-зеленые колонии с черным ореолом, энтерококки и стафилококки — желтые колонии с желтым ореолом вокруг колоний.

Для выделения клостридий пробу высевали на среду Китт-Тароцци и инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 ч. При наличии помутнения среды и выделения газа готовили мазки, окрашивали по Граму и методу Шеффера-Фултона. Затем проводили высеив на среду Вильсона-Блера, на которой клостридии образуют черные колонии.

С целью обнаружения бактерий рода *Proteus* проводили посев в конденсационную воду пробирок со свежескошенным питательным агаром по Шукевичу. Посевы инкубировали в вертикальном положении при температуре 37 °С в течение 48 ч. Бактерии рода *Proteus* растут вверх по поверхности среды, образуя ползучий вуалеобразный налет с голубым оттенком и определенным запахом.

Для выявления молочнокислых микроорганизмов использовали общепринятые питательные среды, бактерии рода *Pseudomonas* выделяли с помощью сывоточных питательных сред.

Результаты исследования образцов куриного филе представлены в табл. 1, образцов фарша и мяса механической обвалки — в табл. 2.

Таблица 1

Результаты исследования образцов куриного филе

Показатели	Нормы по ТР ТС и СанПиН	Группа 1(образцы филе)
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $5,0 \cdot 10^5$	$(2,7 \pm 3,2) \cdot 10^3$ — $(6,7 \pm 1,3) \cdot 10^5$
БГКП (колиформы)	Не допускаются в 0,0001 г	Обнаружены в 12—17% проб
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Не допускаются в 25 г	Обнаружены в 3—5% проб
Стафилококки	Не нормируются	Обнаружены в 12—23% проб
<i>Listeria Monocytogenes</i>	Не допускаются в 25 г	Не обнаружены
Клостридии	Не нормируются	Обнаружены в 7—16% проб
Бактерии рода <i>Proteus</i>	Не допускаются в 0,1 г	Обнаружены в 9—15% проб
Бактерии рода <i>Pseudomonas</i>	Не нормируются	Обнаружены в 5—14% проб
Молочнокислые бактерии	Не нормируются	Обнаружены в 5—12% проб

Таблица 2

Результаты исследования образцов фарша и ММО

Показатели	Нормы по ТР ТС и СанПиН	Группа 2 (фарш)	Группа 3 (ММО бройлеров)	Группа 4 (ММО индеек)
КМАФАнМ, КОЕ/г	Не более $1,0 \cdot 10^6$	$(8,0 \pm 0,2) \cdot 10^2$ — $(9,6 \pm 2,1) \cdot 10^5$	$(1,0 \pm 0,5) \cdot 10^3$ — $(5,0 \pm 3,3) \cdot 10^6$	$(0,6 \pm 0,8) \cdot 10^4$ — $(2,2 \pm 2,7) \cdot 10^6$
БГКП (колиформы)	Не допускаются в 0,0001 г	Обнаружены в 19—22% проб	Обнаружены в 21—28% проб	Обнаружены в 15—26% проб
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Не допускаются в 25 г	Обнаружены в 4—6% проб	Обнаружены в 8—10% проб	Обнаружены в 4—9% проб
Стафилококки	Не нормируются	Обнаружены в 17—29% проб	Обнаружены в 25—35% проб	Обнаружены в 17—36% проб
<i>Listeria monocytogenes</i>	Не допускаются в 25 г	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
Клостридии	Не нормируются	Обнаружены в 9—17% проб	Обнаружены в 18—23% проб	Обнаружены в 12—26% проб
Бактерии рода <i>Proteus</i>	Не допускаются в 0,1 г	Обнаружены в 14—16% проб	Обнаружены в 30—37% проб	Обнаружены в 22—28% проб
Бактерии рода <i>Pseudomonas</i>	Не нормируются	Обнаружены в 7—9% проб	Обнаружены в 11—14% проб	Обнаружены в 9—12% проб
Молочнокислые микроорганизмы	Не нормируются	Обнаружены в 12—15% проб	Обнаружены в 15—17% проб	Обнаружены в 9—16% проб

Результаты посевов проб различных полуфабрикатов из мяса птицы показали, что в 19—23% образцов мяса механической обвалки КМАФАНМ КОЕ/г превышало допустимые нормы. У 15—17% образцов полуфабрикатов микробиологические показатели достигали верхних пределов допустимых норм. И только 33—36% образцов имели КМАФАНМ, КОЕ/г ниже пределов допустимых норм. В отдельных образцах КМАФАНМ, КОЕ/г превышало допустимые показатели в 2,2—5 раз.

Колиформные бактерии выявлены в 12—28% проб, в том числе в образцах филе в 12—17% проб, фарша — 19—22% проб, в образцах ММО бройлеров — 21—28% проб, ММО индеек — в 15—26% проб.

Бактерии рода *Salmonella* были выявлены в 3—5% образцов куриного филе, в 4—6% проб фарша куриного, 8—10% — ММО бройлеров, в 4—9% — образцов ММО индеек.

Наличие стафилококков в полуфабрикатах не нормировано, но проведенные исследования показали, что они присутствуют в 12—36% проб, в том числе в филе 12—23% проб, в фарше — 17—29% проб, ММО бройлеров — 25—35%, ММО индеек — 17—36% проб.

Клостридии действующими нормативными документами тоже не нормированы, но были обнаружены в исследуемых образцах у 7—26% проб полуфабрикатов, в том числе в курином филе в 7—16% проб, в фарше — 9—17%, ММО бройлеров — 18—23%, ММО индеек — 12—26% проб.

Бактерии рода *Proteus* выявлены у 9—37% проб, из них в филе 9—15% проб, в фарше 14—16%, ММО бройлеров — 30—37%, ММО индеек — 22—28% проб. Бактерии рода *Pseudomonas* выявлены в 5—14% исследованных проб.

Молочнокислые микроорганизмы выявляли в 15—17% проб полуфабрикатов, имеющих высокие показатели КМАФАНМ, КОЕ/г. При обычных микробиологических исследованиях в 11—18% проб ММО бройлеров и индеек были также выявлены дрожжи рода *Saccharomyces* и плесени родов *Cladosporium* и *Penicillium*. Все эти микроорганизмы широко распространены в природе, обитают в кишечнике здоровых животных и птицы, их обнаруживают в смывах с оборудования, инструментов и рук рабочих. В мясное сырье они попадают при нарушении производственных санитарно-гигиенических режимов. Многие из них являются возбудителями порчи продуктов, при употреблении которых могут возникать пищевые токсикозы, которые развиваются быстро и в массовом порядке. У заболевших признаки сопровождаются схваткообразными болями в животе и признаками резкого расстройства функции пищеварения.

Listeria monocytogenes не были обнаружены ни в одной пробе исследуемых полуфабрикатов, что свидетельствует о благополучии по листериозу регионов, где выращивали птицу.

Сезонные колебания в микробиологических показателях полуфабрикатов закономерности не имели. Наиболее выраженные изменения в микробном статусе птичьих полуфабрикатов были связаны с увеличением срока их хранения.

Заключение. Данные наших исследований свидетельствуют, что полуфабрикаты из тушек птицы, реализуемые в торговых сетях, в 19—23% случаев имели повышенную микробную контаминацию, в 15—17% образцов показатель

КМАФАнМ, КОЕ/г достигал верхних пределов уровней, допустимых НТД. Превышение норм по микробной контаминации в исследуемых полуфабрикатах составляло в 1,9—3,5 раза. Бактерии группы кишечных палочек выявлены у 12—28% исследованных образцов, бактерии рода *Salmonella* — у 3—10% исследуемых проб, микроорганизмы кокковых форм — у 12—36%, клостридии — в 7—26% исследуемых проб, рода *Proteus* — в 9—37% проб, *Pseudomonas* — 5—14% проб, молочнокислые — 5—17% проб исследованных полуфабрикатов. Бактерии рода *Listeria monocytogenes* в исследуемых полуфабрикатах из мяса птиц не выявлены. Наиболее интенсивная контаминация микроорганизмами отмечена в образцах фарша и ММО из мяса бройлеров и индейки по сравнению с образцами куриного филе.

По нашему мнению, при реализации полуфабрикатов из мяса птицы с повышенной микробной контаминацией необходимо сокращать сроки хранения и реализации. При выявлении КМАФАнМ, КОЕ/г выше допустимых уровней полуфабрикаты надо снимать с реализации и направлять в утиль, так как в них могут изменяться органолептические показатели и обнаруживаться возбудители токсикоинфекций и токсикозов микробного происхождения, или подвергать проварке, обеспечивающей гибель пищевых патогенов, и использовать в кормах для животных.

Коммерческие полуфабрикаты с высокими показателями КМАФАнМ, КОЕ/г и пониженными органолептическими свойствами (изменение цвета или запаха, наличие признаков бактериальной порчи), необходимо тоже снимать с реализации и направлять в утиль для производства консервированных или сухих животных кормов.

При производстве птичьего фарша и мяса механической обвалки для длительного хранения необходимо использовать свежее мясное сырье и замораживать полуфабрикаты при температуре не выше минус 15—18 °С до достижения в центре блока температуры ниже минус 12—13 °С.

При изготовлении птичьих полуфабрикатов необходимо соблюдать высокий уровень производственной гигиены, который должен периодически контролироваться микробиологическими исследованиями сырья, оборудования и готовой продукции.

© А.М. Абдуллаева, И.Г. Серегин, В.Е. Никитченко, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] *Абалдова В.А.* Повышение гигиенической безопасности мяса птицы механической обвалки // *Мясная индустрия*. 2010. № 10.
- [2] *Махонина В.Н.* К вопросу оценки качества мяса птицы механической обвалки // *Птицы и птицепродукты*. 2013. № 1.
- [3] *Серёгин И.Г.* Ветеринарно-санитарная экспертиза при переработке птицы. Дербент: ООО «Типография-М», 2016.
- [4] *Серёгин И.Г., Абдуллаева А.М., Васильев Д.А., Золотухин С.Н.* Производственный ветеринарно-санитарный контроль мясных полуфабрикатов // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014. № 1 (25).

- [5] Соколова Н.А., Абдуллаева А.М., Лоцинин М.Н. Возбудители зооантропонозов, пищевых отравлений, порчи сырья и продуктов животного происхождения: Учебное пособие. М.: ДеЛи плюс, 2015.

Сведения об авторах:

Абдуллаева Асият Мухтаровна — кандидат биологических наук, доцент кафедры «Ветеринарно-санитарная экспертиза и биологическая безопасность» ФГБОУ ВО МГУПП; e-mail: asiata29@mail.ru

Серегин Иван Георгиевич — кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры морфологии и ветеринарии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: v.e.nikitchenko@mail.ru

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

Для цитирования:

Абдуллаева А.М., Серегин И.Г., Никитченко В.Е. Микробиологический мониторинг коммерческих полуфабрикатов из мяса птицы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2017. Т. 12. № 4. С. 350—358. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-350-358.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-350-358

MICROBIOLOGICAL MONITORING OF COMMERCIAL POULTRY MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS

**A.M. Abdullaeva¹, I.G. Seryogin²,
V.E.Nikitchenko³**

¹FGBOU VO «Moscow State University of Food Production»
Volokolamskoye sh., 11, Moscow, Russia, 125080

²FGBOU VO Russian State Agrarian University — MAA by K.A. Timiryazev
Timiryazevskaya st., 49, Moscow, Russia, 127550

³Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

Abstract. Materials on microbiological studies of semifinished products from poultry meat (fillets, minced meat, mechanically deboned meat), made in real time in 2016—2017 are presented. Microbiological indicators of semi-finished products of various manufacturers in different seasons of the year are determined. It was revealed that 19—23% of realized avian poultry semi-finished products had increased QMAFAnM, CFU/g, while bacteria of *E. coli* group were isolated in 12—28% of samples, in 3—10% of samples — *Salmonella* bacteria, 5—14% — bacteria of genus *Pseudomonas*, in 12—36% — microorganisms of coccal forms, in 7—26% — clostridia, in 15—17% — lactobacillus bacteria, in 9—37% — bacteria of the genus *Proteus*. In some samples of semifinished products found spores molds and yeast cells. *Listeria monocytogenes* in the investigated semifinished products did not reveal. The most contaminated microorganisms were minced meat and meat de-boning broilers and turkeys, compared with samples of chicken fillets. In meat raw materials having microbial contamination above $1 \cdot 10^6$ CFU/g, changes in organoleptic and physicochemical parameters were noted. Based on the data obtained, proposals have been developed to reduce microbial contamination of semi-finished products and recommendations for the most rational use of poultry meat for food or fodder purposes.

Key words: poultry meat, semifinished products, fillets, minced meat, mechanical deboning, microbiological control, identification of microorganisms, QMAFAnM, CFU/g, CGB, *Salmonella*, *Listeria*, clostridia, staphylococci, *Proteus*, molds, yeast

REFERENCES

- [1] Abaldova V.A. Povyshenie gigienicheskoy bezopasnosti myasa pticy mekhanicheskoy obvalki. *Myasnaya industriya*. 2010. № 10.
- [2] Mahonina V.N. K voprosu ocenki kachestva myasa pticy mekhanicheskoy obvalki. *Pticy i ptice-produkty*. 2013. № 1.
- [3] Seryogin I.G. *Veterinarno-sanitarnaya ehkspertiza pri pererabotke pticy*. Derbent, ООО «Типо-графиya-M», 2016.
- [4] Seryogin I.G., Abdullaeva A.M., Vasil'ev D.A., Zolotuhin S.N. Proizvodstvennyj veterinarno-sanitarnyj kontrol' myasnyh polufabrikatov. *Vestnik Ulyanovskoj gosudarstvennoj sel'skoho-zyajstvennoj akademii*. 2014. № 1 (25).
- [5] Sokolova N.A., Abdullaeva A.M., Loshchinin M.N. *Vozbuditeli zooantroponozov, pishchevyh otravlenij, porchi syr'ya i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya*. Uchebnoe posobie. M.: DeLi plyus, 2015.

For citation:

Abdullaeva A.M., Seryogin I.G., Nikitchenko V.E. Microbiological monitoring of commercial poultry meat semi-finished products. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 350—358. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-350-358.



ВЕТЕРИНАРИЯ

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-359-367
УДК 619:576.807.9

ЭТИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА САЛЬМОНЕЛЛЕЗА ПТИЦ

Е.М. Ленченко¹, Ф.В. Кхай², Ю.А. Ватников²,
И.Н. Медведев², В.А. Гаврилов³

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет
пищевых производств»

ул. Талалихина, 33, Москва, Россия, 109316

²Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

³ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина»
ул. Академика Скрябина, 23, Москва, Россия, 109472

В статье представлены результаты изучения этиологической структуры и дифференциально-диагностических признаков сальмонеллеза птиц. При идентификации бактерий, выделенных из 128 проб крови цыплят, с применением экспресс-теста «Salmonella latex kit» установлено доминирование культур микроорганизмов *Salmonella* spp. — 10,94% (14 проб); 10 штаммов (71,43%) были отнесены к *Salmonella gallinarum*, 4 (28,57%) — к *Salmonella pullorum*. Общий уровень резистентности сальмонелл к ампициллину — 57,58%, тетрациклину — 60,61%; стрептомицину — 66,67%; чувствительность к норфлоксацину — 69,70%; цефтазидиму — 78,79%; энрофлоксацину — 57,58%; ципрофлоксацину — 69,70% испытанных штаммов.

При патологоанатомическом исследовании наиболее часто выявлялись признаки перикардита, геморрагической пневмонии, аэросаккулита, катарально-геморрагического энтерита, перигепатита, гиперплазия селезенки. Наиболее часто выявлялись признаки перикардита, аэросаккулита, катарально-геморрагического гастроэнтероколита, перигепатита, воспаление яичников, гиперплазия селезенки.

Выявляли признаки застойной гиперемии, макрофагальной реакции, гиперплазии и плазмочитарной трансформации лимфоцитов, повышения проницаемости сосудов микроциркуляторного русла, лимфоидно-клеточной инфильтрации рыхлой волокнистой соединительной ткани, периваскулярного отека тканей, диссеминированного тромбоза, пролиферации лимфоцитов лимфатических узлов, селезенки, печени, поджелудочной железы. При нарушении порозности кровеносных сосудов серозных оболочек органов наблюдались обширные серозные отеки, выход форменных элементов крови и выпадение фибриногена.

Ключевые слова: бактерии, дифференциальные признаки сальмонеллез, птица, цыплята

Сальмонеллезы — группа бактериальных болезней, характеризуется при острым течении лихорадкой, явлениями септицемии, токсикоза и поражением кишечника, при подостром и хроническом — пневмонией и артритами, массовая доля

достигает 11,89 — 14,60% [6, 13]. При контаминации бактериями пищевого сырья выявление бактерий *Salmonella spp.* составляет 19,0 — 27,3% [2]. Установлена тенденция расширения ареалов циркуляции антибиотикорезистентных штаммов сальмонелл, в частности, отмечено преобладание устойчивости к антибиотикам группы пенициллинов — 42,4 — 57,6%; аминогликозидов — 77,8 — 100,0%, фторхинолонов — 56,1 — 80,0%, что обуславливает атипическое проявление клинико-морфологических признаков сальмонеллеза птиц [6]. При проведении эпизоотологического мониторинга и изыскании средств борьбы с инфекционными болезнями применение бактериологических, биохимических, иммунохимических тестов связано с импортными расходными материалами, что снижает экономическую эффективность проводимых мероприятий. В этой связи актуальным является изучение этиологической структуры и дифференциально-диагностических признаков сальмонеллеза птиц на основе апробации эффективных ускоренных способов индикации бактерий, характеризующихся высокой производительностью, чувствительностью и селективностью.

Цель работы — изучить этиологическую структуру и дифференциально-диагностические признаки сальмонеллеза птиц.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись птицы отряда Куринные породы «*Tam Hoang*», «*Arboi Acres*», 5—30-суточного постинкубационного онтогенеза. С целью выделения возбудителей сальмонеллеза исследования проводили в соответствии с методическими указаниями: «Лабораторная диагностика сальмонеллез человека и животных, обнаружение сальмонелл в кормах, продуктах питания и объектах внешней среды» (М., 1990).

Для идентификации бактерий использовали питательные среды и тест-системы «Мюллер-Кауфман», «Тетратионатный бульон», модифицированный агар «Рапопорт-Вассилиадис» (*Modified Semi-Solid Rappaport-Vassiliadis Medium* — «*MSRV-agar*») («*Biokar Diagnostic*», Франция), «Rambach agar», «*XLТ-4 agar*» («*Merck*», Германия), латекс-агглютинационный экспресс-тест «*Salmonella latex kit*» («*Oxoid*», Англия).

Серогрупповую принадлежность сальмонелл определяли в реакции агглютинации на стекле с диагностическими сыворотками (ФГУП «Курская биофабрика»), в соответствии с рекомендациями, изложенными в «Наставлениях по применению наборов сывороток сальмонеллезных О-комплексных и монорецпторных О- и Н-агглютинирующих для идентификации сальмонелл в РА на стекле» (М., 1997).

Экспериментальные данные подвергали статистической обработке общепринятым методом (Ашмарин И.П., Воробьев Л.А., 1962; Садовский Н.В., 1975), с использованием программы «*Statistika*» для РС Microsoft Excel 2007.

Результаты исследований. При видовой идентификации сальмонелл, выделенных при заболеваниях птиц, учитывали наличие грамтрицательных, факультативно-аэробных оксидазотрицательных, каталазаположительных бактерий.

При исследовании 225 проб патматериала птиц выделено 130 штаммов сальмонелл (57,78%), в том числе из мышечной ткани — 81,33%, печени — 54,67%, кишечника — 37,33% (табл. 1).

Таблица 1

Исследование проб патологического материала птиц

Пробы	Количество проб	Количество «+»	
		Абс.	%
Кишечник	75	28	37,33
Печень	75	41	54,67
Мышечная ткань	75	61	81,33
Всего	225	130	57,78

При учете дифференциации бактерий учитывали, что сальмонеллы ферментировали D-глюкозу и многоатомные спирты с образованием кислоты и газа, разлагали глюкозу, маннит с образованием кислоты и газа, образовывали сероводород, не ферментировали сахарозу, не образовывали индол, эшерихии ферментировали лактозу и сахарозу, характеризовались протеолитической активностью (разжижали желатин и свернутую кровяную сыворотку, гидролизovali казеин); клебсиеллы утилизировали цитрат, малонат; цитробактеры утилизировали цитрат, ферментировали маннит, сорбит, ксилозу, мальтозу, иерсинии ферментировали маннит, мальтозу, утилизировали мочевины, продуцировали орнитиндекарбоксилазу, не ферментировали рамнозу, раффинозу (табл. 2).

Таблица 2

Результаты изучения дифференциально-диагностических свойств бактерий

Тест или субстрат	Подроды и сероварианты <i>Salmonella</i> spp.					
	<i>Salmonella</i> I	<i>Salmonella</i> II	<i>Salmonella</i> III	<i>Salmonella</i> IV	<i>Salmonella</i> <i>gallinarum</i>	<i>Salmonella</i> <i>pullorum</i>
Цитрат Симмонса	«+»	«+»	«+»	«+»	«-»	«-»
Сероводород	«+»	«+»	«+»	«+»	«+»	«+»
Подвижность	«+»	«+»	«+»	«+»	«-»	«-»
Малонат натрия	«-»	«+»	«+»	«-»	«-»	«-»
D-глюкоза, образование газа	«+»	«+»	«+»	«+»	«-»	(«+»)
Лактоза	«-»	«-»	Х	«-»	«-»	«-»
Дульцит	«+»	«+»	«-»	«-»	«+»	«-»
D-сорбит	«+»	«+»	«+»	«+»	«-»	(«-»)
L-арабиноза	«+»	«+»	«+»	«+»	(«+»)	«+»
L-рамноза	«+»	«+»	«+»	«+»	«-»	«+»

Примечание: положительные штаммы: «+» — ≥ 90,0%; («+») — 76,0—89,0%; х — 26,0—75,0%; «-» — 11,0—25,0%; («-») — ≤ 10,0%

При использовании среды «MSRV-agar» недостатком является необходимость проведения дополнительной биохимической идентификации для выявления неподвижных штаммов сальмонелл, в частности, *S. Gallinarum-Pullorum*. Применение экспресс-теста «*Salmonella latex kit*», основанного на реакции агглютинации сенсibilизированных частицы латекса с образованием видимых агрегатов в течение 30—60 сек., позволяло проводить индикацию сальмонелл в течение 24 ч с учетом первичного обогащения при концентрации 100 бактериальных клеток в 1,0 мл.

При идентификации бактерий, выделенных из 128 проб крови цыплят, установлено доминирование культур микроорганизмов *Salmonella* spp. — 10,94%

(14 проб). При серологической идентификации сальмонелл 10 штаммов (71,43%) — *Salmonella gallinarum*, 4 (28,57%) — *Salmonella pullorum*.

Общий уровень резистентности сальмонелл к ампициллину — 57,58%, тетрациклину — 60,61%; стрептомицину — 66,67%; чувствительность к норфлоксацину — 69,70%; цефтазидиму — 78,79%; энрофлоксацину — 57,58%; ципрофлоксацину — 69,70% испытанных штаммов. Восприимчивыми к сальмонеллезу, как правило, являлись цыплята, до 6-недельного возраста, наблюдали острое, подострое и хроническое течение болезни.

Острое течение чаще отмечали у цыплят в возрасте 1...10 суток, выявляли снижение или отсутствие аппетита, вялость, признаки диареи — *feces* содержали кровь, перья хвоста загрязнены; глаза полузакрыты или закрыты, крылышки опущены. Нередко наблюдали нервно-паралитические явления — птицы лежали на боку с загнутой шеей, что сопровождалось подергиванием конечностей и дрожанием, утратой способности к передвижению.

При подостром и хроническом течении клинические признаки были менее выражены, выявляли нарушения функции желудочно-кишечного тракта, ухудшение аппетита, усиление жажды, воспаление конъюнктивы, взъерошенность перьевого покрова, поражения суставов проявлялись увеличением объема вследствие повышенного содержания суставной жидкости, мускулатура крыльев, ног уплотнена, иногда атрофирована, под кожей суставов формировались узелки величиной с горошину — гранулемы.

Наблюдали снижение фагоцитарной активности лейкоцитов (%): контроль — $61,4 \pm 2,50$, опыт — $53,4 \pm 1,25$; индекс фагоцитоза (%): контроль — $3,21 \pm 0,15$, опыт — $2,72 \pm 0,24$. Биохимические показатели характеризовались снижением общего белка, глюкозы, аланинаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы, повышением мочевины, аспаратаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, наблюдались нарушения водно-электролитного баланса.

Патологические признаки преимущественно локализовались в органах пищеварительной, сердечно-сосудистой, иммунной, дыхательной, выделительной систем. Наиболее часто выявлялись признаки перикардита, аэросаккулита, катарально-геморрагического гастроэнтероколита, перигепатита, воспаление яичников, гиперплазия селезенки (табл. 1).

Таблица 1

Результаты патологоанатомических исследований (n = 200)

Патологоанатомические признаки	Результаты исследований	
	Абс.	%
Перикардит	78	39,0
Аэросаккулит	108	54,0
Катарально-геморрагический гастрит	32	16,0
Катарально-геморрагический энтероколит	106	53,0
Перигепатит	102	51,0
Воспаление яичников	55	27,5
Гиперплазия селезенки	65	35,5

При остром течении в тонком отделе кишечника обнаруживали скопления слизи и газов, слизистая оболочка набухшая, гиперемированная, иногда в отдельных участках отмечали мелкие кровоизлияния; в толстом отделе кишечника — отрубевидный налет, в отдельных участках точечные кровоизлияния и мелкие эрозии; на протяжении желудочно-кишечного тракта наблюдали точечные, пятнистые и полосчатые кровоизлияния, серозный отек слизистой оболочки, признаки катарального или катарально-геморрагического гастроэнтерита. Селезенка увеличена, набухшая, на разрезе повышенное кровенаполнение пульпы. Печень коричневатобурого цвета, с зеленоватым оттенком, под капсулой и в толще паренхимы нередко отмечали мелкие очажки некроза серо-желтоватого цвета, центральные вены и внутридольковые капилляры расширены и заполнены кровью, на периферии долек гиперемия выражена слабо. Печеночные балки в центре долек истонченные, сдавлены расширенными капиллярами, в отдельных долях гепатоциты распались на группы клеток. В центре долек печеночные балки тонкие, границы гепатоцитов нечеткие, ядра уменьшены, имеют неровные контуры, в состоянии пикноза, цитоплазма содержит неокрашенные участки, жировые капли. Желчный пузырь растянут и заполнен желчью темно-оливкового цвета с примесью фибрина и слизи, слизистая оболочка набухшая, гиперемированная, точечными кровоизлияниями, покрыта пленками фибрина. Почки увеличены, с признаками застойной гиперемии и дистрофии, под капсулой выявляли точечные кровоизлияния, между клубочковыми капсулами и клубочками наблюдали просветы, заполненные однородным розовым веществом. Как правило, выявляли застойный геморрагический инфаркт и некроз эпителия канальцев. Почечные клубочки увеличены, прилегали к капсулам, сосуды инъецированы кровью.

Хроническое течение сопровождалось поражением преимущественно толстого отдела кишечника и отростков слепой кишки, что проявлялось некрозом слизистой оболочки и наложениями фибрина. Селезенка увеличена, на разрезе выявлено набухание фолликулов. Полость перикарда заполнена серозным или серозно-фибринозным экссудатом, на эпикарде выявляли наложения фибрина и сращение эпикарда с перикардом, сердце увеличено в объеме за счет расширения правого желудочка, миокард дряблый, серо-красного цвета, с мелкими очагами некроза, коронарные сосуды расширены, наполнены кровью. В легких выявлялись очаги уплотнения серо-красного цвета, просветы альвеол и бронхиол заполнены трансудатом, содержащим эритроциты, лимфоциты, псевдоэозинофилы, клетки альвеолярного эпителия; при развитии аэросаккулита в воздухоносных мешках обнаруживали серозный экссудат с примесью хлопьев фибрина.

Общей закономерностью развития патологических процессов являлось наличие кровоизлияний и застойной гиперемии, лимфоидно-клеточной инфильтрации рыхлой волокнистой соединительной ткани, периваскулярного отека тканей, диссеминированного тромбоза, пролиферации сенсibilизированных лимфоцитов лимфатических узлов, селезенки, печени, поджелудочной железы. Изменения периферической лимфоидной ткани проявлялись макрофагальной реакцией, гиперплазией и плазмоцитарной трансформацией лимфоцитов, повышением проницаемости сосудов микроциркуляторного русла. При нарушении порозности кро-

веносных сосудов серозных оболочек органов наблюдались обширные серозные отеки, выход форменных элементов крови и выпадение фибриногена, развивались признаки аэросаккулита, перикардита, перигепатита, перитонита.

Анализируя данные литературы и результаты собственных исследований, следует отметить, что дифференциация эпизоотических штаммов сопряжена с трудоемкостью, продолжительностью и ретроспективностью бактериологической идентификацией, вариабельность поверхностных антигенов клеток, в частности, род *Salmonella* объединяет более 2400 серовариантов, селекция и трансмиссия генетических элементов обуславливают сложности серологической и молекулярно-генетической диагностики [1, 4, 5, 12]. При идентификации неподвижных серотипов *S. gallinarum-pullorum*, циркулирующих среди поголовья птиц, необходимо дополнительно проводить биохимические тесты для подтверждения принадлежности к роду *Salmonella* [8]. Этиологическая структура сальмонеллеза птиц представлена серовариантами *S. enteritidis* (10,8—46,4%), *S. gallinarum-pullorum* (2,0—27,8%), *S. typhimurium* (10,84—4,89%), *S. albania* (21, 2%), *S. agona* (17, 2%), *S. dublin* (17,00%), *S. derby* (17,2%), *S. shalkwijk* (6,4%); *S. hadar* (6,0%); *S. saintpaul* (5,6%); *S. anatum* (2,4%) [7, 8, 11]. При алиментарном заражении колонизация тонкого отдела кишечника сопровождается адгезией сальмонелл к энтероцитам, продукцией экзо- и эндотоксинов, что приводит к десквамации эпителиальных клеток и воспалению слизистой оболочки кишечника, в частности, активации воспалительных реакций в слепых отростках в участке соединения подвздошной и толстой кишок; синтез энтеротоксина сопровождается активацией аденилатциклазы, выходом электролитов и воды в просвет кишечника и развитием диареи [3, 14]. Развитие множественной антибиотикорезистентности бактерий отмечено при формировании биопленок, замедляющих диффузию антибактериальных препаратов, обуславливающих снижение процессов метаболизма и изменчивость фенотипических признаков, кодируемых хромосомными, плазмидными генами и интегрированными в хромосому бактериофагами [3, 5].

Заключение. При идентификации бактерий, выделенных при сальмонеллезе цыплят, установлено доминирование культур микроорганизмов *Salmonella spp.* из числа которых 71,43% отнесены к *Salmonella gallinarum*, 28,57% — *Salmonella pullorum*. Общий уровень резистентности сальмонелл к ампициллину — 57,58%, тетрациклину — 60,61%; стрептомицину — 66,67%; чувствительность к норфлоксацину — 69,70%; цефтазидиму — 78,79%; энрофлоксацину — 57,58%; ципрофлоксацину — 69,70% испытанных штаммов.

© Е.М. Ленченко, Ф.В. Кхай, Ю.А. Ватников, И.Н. Медведев, В.А. Гаврилов, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Афонюшкин В.Н. Влияние дезинфицирующих средств на генетический материал патогенов, встречающихся в мясной промышленности / В.Н. Афонюшкин, К.А. Табанюхов, В.С. Черепушкина и др. // Российский ветеринарный журнал. 2016. № 1. С. 17—19.
- [2] Быков Т.Г., Белоусов В.И., Оськина М.В., Базарбаев С.Б. Результаты государственного мониторинга безопасности продуктов животного происхождения и кормов за 2015 г. // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2016. № 2 (18). С. 11—23.

- [3] *Ленченко Е.М., Антонова А.Н.* Индикация факторов вирулентности энтеробактерий // *Ветеринария*. 2015. № 10. С. 26—30.
- [4] *Ленченко Е.М., Фан Ван Кхай, Ватников Ю.А.* Оценка эффективности схем бактериологического исследования на наличие сальмонелл // *Российский ветеринарный журнал*. 2017. № 4. С. 13—15.
- [5] *Пахомов Ю.Д., Блинкова Л.П., Стоянова Л.Г.* Влияние инокулята на жизнеспособность некультивируемых клеток бактериоцинопродуцирующих штаммов *Lactococcus lactis ssp. lactis* // *Биотехнология*. 2016. № 1. С. 20—26.
- [6] *Пименов Н.В., Редькин С.В., Амбражеевич Ю.В.* Эффективность применения бивалентного бактериофага против сальмонеллы для обезвреживания продуктов уоя в птицеводстве // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2014. № 1. С. 31—35.
- [7] *Субботин В.В., Лоцинин М.Н., Соколова Н.А., Коломыйцев С.А.* Сальмонеллезы — актуальная проблема ветеринарной медицины // *Ветеринария и кормление*. 2013. № 4. С. 59—61.
- [8] *Чугунова Е.О., Татарникова Н.А.* Исследование мяса и мясных продуктов, искусственно контаминированных бактериями рода *Salmonella* // *Пермский аграрный вестник*. 2017. № 1 (17). С. 124—130.
- [9] European Food Safety Authority. The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2014 // *European Commission*. 2016. P. 4—8.
- [10] *Huong Lan N.T.* Isolation and identification of some biological characteristics of salmonella causing diarrhea on pheasant hybrids in some households in Hoanh Bo district, Quang Ninh province. 2014.
- [11] *Ngoc P.T.* The prevalence of Salmonella in chicken meat production chain in several districts of the Hanoi city / P.T. Ngoc, T.T. Quy Duong, T.T. Huong Giang, L.T.H. Quynh, T.T. Nhat, D.T. Thanh Son, L.V. Ba // *Journal of Engineering Science and Veterinary Medicine*. 2016. Vol. 5. № 18. P. 35—42.
- [12] *Saha A.K., Sufian M.A., Hossain M.I., Hossain M.M.* Salmonellosis in layer chickens: pathological features and isolation of bacteria from ovaries and inner content of laid eggs // *J. Bangladesh Agril. Univ.* 2012. Vol. 10 (1). P. 61—67.
- [13] *Van N.T.* The situation of salmonella outbreaks in chickens raised at Dabaco chicken company and some preventive measures. 2015.
- [14] *Wigley P.* Salmonella enterica in the chicken: how it has helped our understanding of immunology in a non-biomedical model species // *Front. Immunol.* 2014. V. 37. P. 405—416.

Сведения об авторах:

Ленченко Екатерина Михайловна — доктор ветеринарных наук, профессор кафедры ветеринарной медицины Московского государственного университета пищевых производств; e-mail: lenchenko-ekaterina@yandex.ru

Фан Ван Кхай — аспирант департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: khuyennonggb@gmail.com

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

Медведев Илья Николаевич — доктор биологических наук, профессор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: ilmedv1@yandex.ru

Гаврилов Владимир Андреевич — доктор ветеринарных наук, профессор кафедры микробиологии Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина; e-mail: gavrilov@mgavm.ru

Для цитирования:

Ленченко Е.М., Кхай Ф.В., Ватников Ю.А., Медведев И.Н., Гаврилов В.А. Этиологическая структура и дифференциальная диагностика сальмонеллеза птиц // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. Т. 12. № 4. С. 359—367. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-359-367.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-359-367

ETIOLOGICAL STRUCTURE AND DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS OF SALMONELLOSIS OF BIRDS

E.M. Lenchenko¹, Phan Van Khay², Yu.A. Vatnikov²,
I.N. Medvedev², V.A. Gavrilov³

¹FGBOU VO «Moscow State University of Food Production»
Volokolamskoye sh., 11, Moscow, Russia, 125080

²Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

³Moscow state Academy of veterinary medicine and biotechnology —
MVA im. K.I. Skryabin
Academician Skryabin st., 23, Moscow, Russia, 143080

Abstract. The article presents the results of a study of the etiological structure and differential diagnostic signs of avian salmonellosis. When identifying bacteria isolated from 128 blood samples of chickens with the use of rapid test "Salmonella latex kit" established the dominance of cultures of the microorganisms *Salmonella* spp. — of 10.94% (14 samples); 10 strains (71,43%) were attributed to *Salmonella gallinarum*, 4 (of 28.57%) to *Salmonella pullorum*. The overall level of resistance of *Salmonella* to ampicillin — 57,58%; tetracycline — 60,61%; streptomycin — 66,67%; had to 57,58%; 60,61% and 66,67% are sensitivity to norfloxacin amounted to 69,70%, to ceftazidime — 78,79%, enrofloxacin — 57,58%, ciprofloxacin — 69,70% of the tested strains.

At postmortem examination the most frequently detected signs of pericarditis, hemorrhagic pneumonia, aerocolitis, catarrhal-hemorrhagic enteritis, perihepatitis, hyperplasia of the spleen. The most frequently detected signs of pericarditis, aerocolitis, catarrhal-hemorrhagic gastroenterocolitis, perihepatitis, inflammation of the ovaries, hyperplasia of the spleen.

Revealed signs of congestive hyperemia, macrophage reaction, hyperplasia and plasmocytomas of lymphocyte transformation, increase the permeability of microcirculatory vessels, lymphoid-cellular infiltration of loose fibrous connective tissue, perivascular oedema, disseminated thrombosis, proliferation of lymphocytes from lymph nodes, spleen, liver, and pancreas. In violation of the porosity of the blood vessels of serous membranes of organs were observed extensive serous oedema, the output of the formed elements of blood and the loss of fibrinogen.

Key words: bacteria, differential signs of salmonellosis, poultry, chickens

REFERENCES

- [1] Afonyushkin V.N., Tabanukhov K.A., Cheremushkina V.S. etc. The effect of disinfectants on the genetic material of pathogens occurring in the meat industry. *Russian veterinary journal*. 2016. No. 1. P. 17—19.
- [2] Bykov T.G., Belousov V.I., Oskina M.V., Bazarbaev S.B. The results of the state monitoring of the safety of products of animal origin and feeds for 2015. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*. 2016. № 2 (18). S. 11—23.

- [3] Lenchenko E.M., Antonova A.N. Indication of the virulence factors of enterobacteria. *Veterinary Medicine*. 2015. No. 10. P. 26—30.
- [4] Lenchenko E.M., Phan van Khai, Vatnikov Y.A. Assessment of efficiency schemes of bacteriological examination for the presence of Salmonella. *Russian veterinary journal*. 2017. No. 4. S. 13—15.
- [5] Pakhomov Yu.D., Blinkova L.P., Stoyanova L.G. Effect of inoculum on the viability of cultivated cells bacteriocinogenic producer *Lactococcus lactis* strains ssp. *lactis*. *Biotechnology*. 2016. No. 1. S. 20—26.
- [6] Pimenov N.V. Redkin S.V., Ambrazevich J.V. The Efficacy of a bivalent bacteriophage against Salmonella for disposal of products of slaughter poultry. *Veterinary medicine, zootechny and biotechnology*. 2014. No. 1. 31—35.
- [7] Subbotin V.V., Loschinin M.N., Sokolova N., Kolomtsev S.A. Salmonellosis is the actual problem of veterinary medicine. *Veterinary medicine and feeding*. 2013. № 4. P. 59—61.
- [8] Chugunova E.O., Tatarnikova N.A. A Study of meat and meat products artificially contaminated with bacteria of the genus Salmonella. *Agrarian Bulletin of the Perm*. 2017. № 1 (17). P. 124—130.
- [9] European Food Safety Authority. The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2014. *European Commission*. 2016. P. 4—8.
- [10] Huong Lan N.T. Isolation and identification of some biological characteristics of salmonella causing diarrhea on pheasant hybrids in some households in Hoanh Bo district, Quang Ninh province. 2014.
- [11] Ngoc P.T., Quy Duong T.T., Huong Giang T.T., Quynh L.T.H., Nhat T.T., Thanh Son D.T., Ba L.V. The prevalence of Salmonella in chicken meat production chain in several districts of the Hanoi city. *Journal of Engineering Science and Veterinary Medicine*. 2016. Vol. 5. № 18. P. 35—42.
- [12] Saha A.K., Sufian M.A., Hossain M.I., Hossain M.M. Salmonellosis in layer chickens: pathological features and isolation of bacteria from ovaries and inner content of laid eggs. *J. Bangladesh Agril. Univ*. 2012. Vol. 10 (1). P. 61—67.
- [13] Van N.T. The situation of salmonella outbreaks in chickens raised at Dabaco chicken company and some preventive measures. 2015.
- [14] Wigley P. Salmonella enterica in the chicken: how it has helped our understanding of immunology in a non-biomedical model species. *Front. Immunol*. 2014. V. 37. P. 405—416.

For citation:

Lenchenko E.M., Khay Ph.V., Vatnikov Yu.A., Medvedev I.N., Gavrilov V.A. Etiological structure and differential diagnostics of salmonellosis of birds. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 359—367. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-359-367.



DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-368-373

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА СИБИРСКОЙ ЯЗВОЙ В РЕСПУБЛИКЕ ЧАД

Махамат Нгуерабе Ямтитина,
Бан-Бо Бебанто Антипас, В.В. Макаров

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

Неблагополучная обстановка по сибирской язве в республике Чад оказывает отрицательное влияние на развитие животноводства в стране. Ежегодно от этой болезни погибает значительное количество животных различных видов, особенно крупного рогатого скота. В Республике Чад преимущественно практикуется пастбищное скотоводство, т.е. отгонное содержание скота. В этой практике в стране часто допускаются различные ошибки, которые провоцируют развитие эпизоотических процессов, в том числе эпизоотии сибирской язвы, инфекция распространяется от региона к региону и массово поражает животноводство, создавая также угрозу жизни людей.

Эпизоотический процесс представляет собой пространственно-временную форму взаимодействия популяции паразита и популяции хозяина. Тем не менее на эпизоотический процесс часто влияет система ведения животноводства, т.е. условия, методы или способы содержания животных на определенной территории. В статье графически представлены статистические данные по заболеваемости сибирской язвой крупного рогатого скота с 2010 по 2015 г., которые обсуждаются с точки зрения значимости систем ведения животноводства.

Ключевые слова: Республика Чад, животноводство, сибирская язва, эпизоотический процесс

В Республике Чад сибирскую язву регистрируют ежегодно, особо страдает от этой болезни крупный рогатый скот. Большое число животноводов не имеют понятия о карантине и об опасности трупов животных, павших от сибирской язвы. Беспрепятственное перемещение скота в карантинируемых зонах подвергает поголовье высокому риску заражения, зараженные животные в процессе перегонов и при отсутствии ветеринарного обслуживания погибают, трупы остаются брошенными на полях без уничтожения (сжигания), что в дальнейшем формирует новые очаги сибирской язвы. Это явление свидетельствует о существовании и сохранении на Земле уникальных гиперэндемичных природно-территориальных локусов типа «проклятых полей» Пастера, что может быть обусловлено наличием там специфической совокупности условий, наиболее «благоприятных» для сибирезвенной биосистемы. Очевидными их предпосылками служат постоянно высокий уровень контаминации почвы порами *B. anthracis*, которые, как известно, сохраняются в окружающей среде неопределенное время (есть свидетельства, что они были обнаружены при раскопках средневековой больницы в Шотландии, существовавшей более 400 лет назад) [1].

Проводимые профилактические мероприятия, безусловно, оказывают влияние на снижение уровня заболеваемости этой болезнью, но они требуют корректировки и совершенствования, что можно обеспечить только изучением ее эпизоотического процесса [3, 7].

Исследование показало, что в период с 2010 по 2015 г. на всей территории страны заболело сибирской язвой значительно количество крупного рогатого скота. В таблице 1 приведены данные о заболеваемости сибирской язвой в Республике Чад за 5 лет по месяцам [4].

Таблица 1

Заболеваемость КРС сибирской язвой по Республике Чад с 2010 по 2015 гг.

Годы	Месяцы												Всего
	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	
2010	15	12	20	38	38	58	59	67	50	44	21	15	437
2011	–	–	–	7	12	32	41	42	17	35	–	–	186
2012	–	–	–	–	3	71	112	144	66	34	–	–	430
2013	–	–	–	–	22	39	63	106	95	–	–	73	398
2014	–	81	72	–	–	37	46	59	17	50	5	55	422
2015	7	11	10	–	18	27	–	4	–	–	–	10	87
Всего	22	104	102	45	93	264	321	422	245	163	26	153	1960

Общее количество заболевшего КРС за 5 лет составило 1960 голов. Также отмечается, что в дождливый период с мая по октябрь заболеваемость резко возрастает [6].

Сопоставляя показатели количества вспышек и заболевших животных, установили среднюю помесечную заболеваемость крупного рогатого скота за анализируемый период (табл. 2).

Таблица 2

Средние количества заболевшего сибирской язвой крупного рогатого скота в одной вспышке за анализируемый период 2010–2015 гг.

Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Всего
7,33	6,5	6,0	2,14	1,93	3,0	4,28	3,6	4,08	5,82	2,17	9,56	3,9

Оказалось, что в среднем в каждой вспышке заболело по 3,9 головы крупного рогатого скота, что квалифицируется как сравнительно высокий индекс очаговости. Но в декабре и январе этот показатель увеличивался в 3–4 раза и находился в пределах 7,33–9,56. Данные таблицы 2 и рисунка 1 ориентируют на то, что в республике в засушливый сезон создаются условия, благоприятствующие заболеванию и функционированию средовых, почвенных источников инфекции по аналогии с концепцией «сибирезвенной погоды», очевидно подтверждающейся на примере эпизоотии 2016 года в Ямало-Ненецком АО на заполярной территории РФ [2].

Чтобы уточнить это предположение, вычислены среднегодовые показатели заболеваемости животных за каждый год анализируемого периода, которые представлены в таблице 3 и наглядно проиллюстрированы на рисунке 2.

Как видно из таблицы 3, средний годовой показатель заболевших животных сибирской язвой с 2012 года колеблется по годам от 36,4 в 2010 г. до 7,25 в 2015 г. Эти данные наглядно подтверждает рисунок 2.

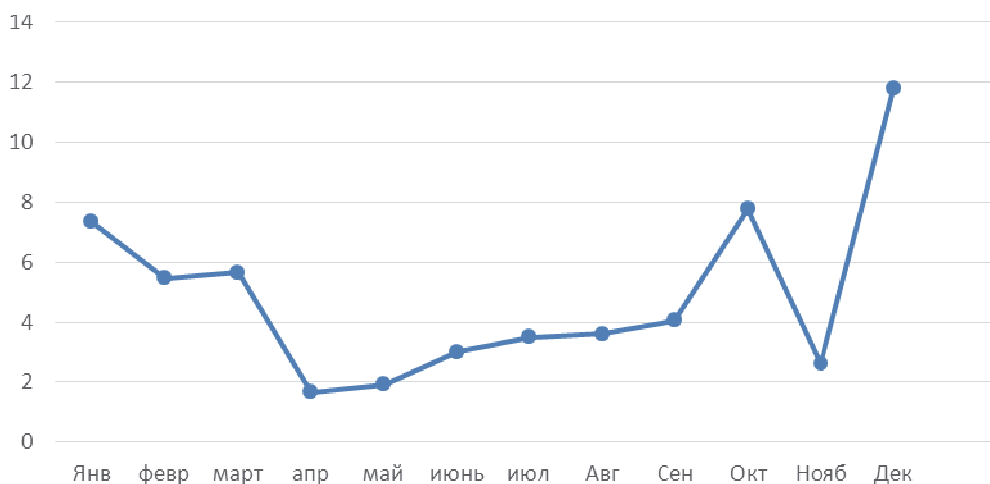


Рис. 1. Помесячная динамика средних значений индекса очаговости сибирской язвы крупного рогатого скота (заболевших в среднем на одну вспышку) за 2010—2015 гг.

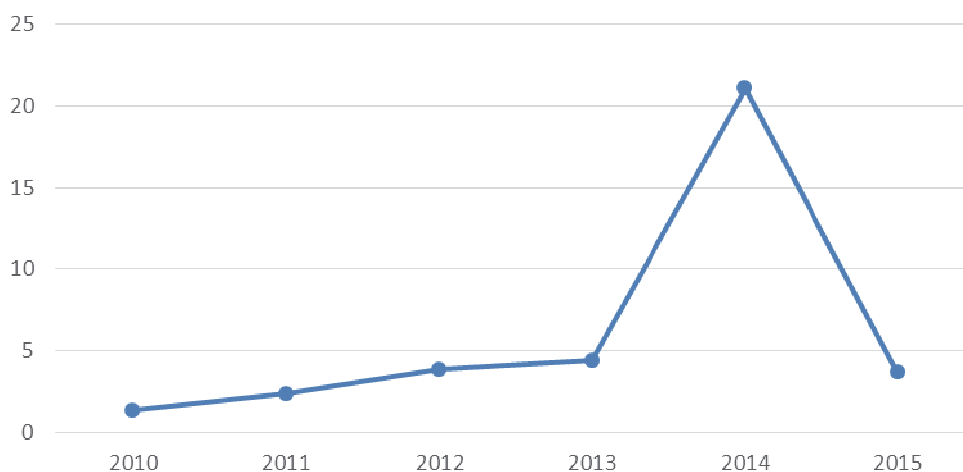


Рис. 2. Динамика среднегодовой заболеваемости сибирской язвой крупного рогатого скота за анализируемый период с 2010 по 2015 г.

Таблица 3

Среднегодовые числа заболевшего сибирской язвой крупного рогатого скота с 2010 по 2015 г.

2010	2011	2012	2013	2014	2015
36,4	15,5	35,8	33,2	35,2	7,25

Таблица 4

Помесячные показатели смертности крупного рогатого скота от сибирской язвы с 2010 по 2015 гг. (%).

Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Среднее
27,3	84,7	90,2	33,3	43,9	43,9	42,4	53,8	43,7	18,4	84,6	36,6	48,7

Тяжесть проявления эпизоотического процесса сибирской язвы за анализируемый период оценивали по числу павших животных от этой болезни. Вместе с числом вспышек и заболевших животных данные в таблице 4 подтверждает, что гибель крупного рогатого скота возрастает с мая по сентябрь включительно.

Как видно из таблицы 4, смертности крупного рогатого скота от сибирской язвы в Республике Чад за анализируемый период в среднем составила 48,7%. Только в октябре и январе этот показатель был 18,4—27,3%. В остальные месяцы уровень смертности был близким к среднегодовому показателю.

Представляет интерес данные по сопоставлению числа заболевшего сибирской язвой крупного рогатого скота в сезон дождей и сезон засухи, представленные в рисунке 3 [5].

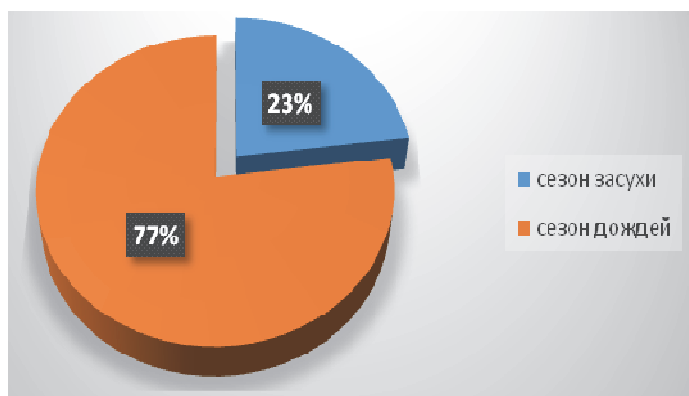


Рис. 3. Удельный вес заболевшего сибирской язвой крупного рогатого скота в Республике Чад с 2010 по 2015 г. в зависимости от сезона года

Как видно из представленного рисунка, при удельном весе вспышек сибирской язвы в сезон засухи 17%, удельный вес заболевшего крупного рогатого скота составил 23%.

Заключение. Полученные результаты ориентируют на то, что в сезон засухи активно функционируют источники инфекции и определенные факторы передачи возбудителя сибирской язвы. Столь значимое неблагополучие крупного рогатого скота по сибирской язве, характерная сезонность вспышек этой болезни и их приуроченность, преимущественно, к двум природно-экономическим зонам, представляет большой интерес с точки зрения профилактических и лечебных мероприятий.

© Махамат Нгуерабе Ямтитина,
Бан-Бо Бебанто Антипас, В.В. Макаров, 2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Макаров В.В., Брико Н.И., Сухарев О.И. Мировой зооарел сибирской язвы // *Ветеринарная патология*. 2012. № 1. С. 7—15.
- [2] Уязвление Ямала. В России произошла крупнейшая за последние 37 лет вспышка сибирской язвы. <https://lenta.ru/articles/2016/08/03/yazva/> (data otkrytiya 12.09.17).
- [3] Rapport de campagne de vaccination d'urgence contre les maladies telluriques dans le secteur de Massenya // *Rapport trimestriel du secteur de Massenya*. N'Djaména: Direction de l'Elevage/ Délégation du Centre-Ouest. 2010. 23 p.

- [4] Ministère de l'élevage et des ressources animaux du Tchad // Plan national de développement de l'élevage (2009—2016), juillet 2008. 125 p.
- [5] Tchad Direction de l'élevage et des ressources animales // Rapport annuel 2001—2003, N'Djaména, DERA. 2001—2011. 105 p.
- [6] *Tchackall G.* Situation du charbon bactérien dans le département de Mayo-Boneye // Mémoire de fin de formation: Centre de formation Agro-Sylvo- Pastoral: N'Djaména. 2011. 125 p.
- [7] *Zeunen J.* Vaccination contre le charbon bactérien // Aun. Med.Veterin. 1975. Plan national de développement de l'élevage (2009—2016), juillet 2008.

Сведения об авторах:

Ямтитина Махамат Нгуерабе — аспирант Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов; e-mail: mhtnguerabe@mail.ru

Бан-Бо Бебанто Антипас — кандидат ветеринарных наук, заведующий кафедрой Департамента биологии Университета Нджамены, Республика Чад; e-mail: bbantipas@yahoo.fr

Макаров Владимир Владимирович — доктор биологических наук, профессор Департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов; e-mail: vvm-39@mail.ru

Для цитирования:

Махамат Нгуерабе Ямтитина, Бан-Бо Бебанто Антипас, Макаров В.В. Заболеваемость крупного рогатого скота сибирской язвой в республике Чад // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2017. Т. 12. № 4. С. 368—373. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-368-373.

DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-368-373

MORBIDITY OF CATTLE WITH ANTHRAX IN THE REPUBLIC OF CHAD

**Mahamat Nguerabe Yamtitina,
Ban-Bo Bebanto Antipas, V.V. Makarov**

²Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198

Abstract. The unfavorable situation of epizootic anthrax in the Republic of Tchad plays a horrendous role marked with enormously negative impacts on the growth of livestock-breeding (animal husbandry) sector. As a matter-of-fact, a wide variety of animals fall prey to this endemic ailment annually, especially cattle. The most practiced form of ranging in Tchad entails cattle breeding which involves the transmutations of breeds. Owing to the paucity of comprehensive frameworks designed to circumvent and arrest unintended repercussions in the administration of such a practice, the practice is susceptible to a plethora of errors that in turn facilitate epizootic processes, including epizootics of anthrax. More often than not, it is transmitted from one region of the country to the other. Subsequently, this endangers all other animal husbandry systems and subjects to grave danger people's lives as well. The epizootic process is a spatial-temporal form of interaction between the population of the parasite and the host population. Nevertheless, the epizootic process is subject to influence exerted by the animal husbandry system, i.e. conditions, methods or means of keeping animals in a particular area. In this article is presented the statistics of affected beasts (cattle) in terms of population and these statistics are illustrated with the aid of tables and graphs.

Key words: Republic of Chad, animal husbandry, anthrax, epizootic process

REFERENCES

- [1] Makarov V.V., Briko N.I., Sukharev O.I. Mirovoy nozoareal sibirskoy yazvy. *Veterinarnaya patologiya*. 2012. № 1. S. 7—15.
- [2] Uyazvleniye Yamala. V Rossii proizoshla krupneyshaya za posledniye 37 let vspyshka sibirskoy yazvy. <https://lenta.ru/articles/2016/08/03/yazva/> (data otkrytiya 12.09.17).
- [3] Rapport de campagne de vaccination d'urgence contre les maladies telluriques dans le secteur de Massenya. *Rapport trimestriel du secteur de Massenya*. N'Djaména: Direction de l'Elevage/ Délégation du Centre-Ouest. 2010. 23 p.
- [4] Ministère de l'élevage et des ressources animaux du Tchad. *Plan national de développement de l'élevage (2009—2016), juillet 2008*. 125 p.
- [5] Tchad Direction de l'élevage et des ressources animales. *Rapport annuel 2001—2003*, N'Djaména, DERA. 2001—2011. 105 p.
- [6] Tchackall G. Situation du charbon bactérien dans le département de Mayo-Boneye. *Mémoire de fin de formation: Centre de formation Agro-Sylvo-Pastoral: N'Djaména*. 2011. 125 p.
- [7] Zeunen J. Vaccination contre le charbon bactérien. *Aun. Med. Veterin.* 1975. Plan national de développement de l'élevage (2009—2016), juillet 2008.

For citation:

Mahamat Nguerabe Yamtitina, Ban-Bo Bebanto Antipas, Makarov V.V. Morbidity of cattle with anthrax in the republic of Chad. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2017, 12 (4), 368—373. DOI: 10.22363/2312-797X-2017-12-4-368-373.