
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО»

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

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

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

Члены редколлегии

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

Аллахвердиев С.Р. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор Бартынского университета леса, г. Бартын, Турция

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

Ватников Ю.А. — доктор ветеринарных наук, профессор, директор департамента ветеринарной медицины Аграрно-технологического института РУДН

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

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

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

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

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

Рикардо Валентини — доктор биологических наук, профессор Университета Туши, г. Витербо, Италия

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

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

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

EDITORIAL BOARD

Series AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES

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

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

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

Members of the editorial board

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

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

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

Vatnikov U.A. — Doctor of Veterinary, Professor, Director of the Clinical Medicine Department of the Agrarian-technological Institute of PFUR

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

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

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

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

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

Ricardo Valentini — Doctor of Biology, Professor of Tuscia University, Viterbo, Italy

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

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

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

ВЕСТНИК Российского университета дружбы народов

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1993 г.

Серия:
АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

2016, № 3

Серия издается с 2006 г.

Российский университет дружбы народов

СОДЕРЖАНИЕ

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Нагорный В.Д., Расуанайву Нурусон Арималала Влияние серы на содержание пигментов в листьях и накопление сухого вещества растениями картофеля в условиях вегетационного опыта 7

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Скрылёв А.А., Каширская Н.Я. Эффективность применения инсектицидов против *Psylla pyri* L. в условиях ЦЧР 2013—2015 гг. 16

Смирнова И.П., Каримова Е.В., Шнейдер Ю.А. Некоторые перспективы использования метаболитов рода *Trichoderma* 22

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

Савич В.И., Белопухов С.Л., Котенко М.Е., Гукалов В.В., Ильичева П.И., Федорова Т.А. Агроэкологическая оценка минералогического состава почв 30

Довлетярова Э.А., Мосина Л.В., Петровская П.А. Почвенно-экологическая характеристика Лесной опытной дачи РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева под насаждениями в условиях различной антропогенной нагрузки 40

МОРФОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

- Вандышев В.В., Мирошникова Е.А., Терёхин А.А.** Изучение морфологии и липидного комплекса семян *Plantago psyllium* L. и *Plantago ovate* Forssk. в сравнительном аспекте 46

МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ

- Никитченко В.Е., Никитченко Д.В., Серегин И.Г., Рысцова Е.О.** Морфологический состав туш и развитие мышц у антилопы канна 52
- Шакирова С.М., Шакирова Г.Р.** Структурные изменения в организме крыс при экспериментальной интоксикации гербицидом 2,4-ДА 57

ВЕТЕРИНАРИЯ

- Сисягин П.Н., Реджепова Г.Р., Сисягина Е.П., Леонтьева И.Л.** Профилактика смешанных респираторных инфекций молодняка крупного рогатого скота 65

ВЕТЕРИНАРИЯ

- Локорев А.В., Нитяга И.М., Федюшин Д.В., Хоменец Н.Г., Шаманова Л.А.** Индикация и идентификация возбудителей инфекций в продукции животного происхождения на основе биочиповой технологии с биотиновой меткой и колориметрическим детектированием 72

- НАШИ АВТОРЫ** 79

BULLETIN

of Peoples' Friendship University of Russia

SCIENTIFIC JOURNAL

Founded in 1993

Series:

AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES

2016, N 3

Series founded in 2006

Peoples' Friendship University of Russia

CONTENTS

CROP PRODUCTION

Nagorny V.D., Nourouson Arimalala R. Leaf pigment content and accumulation of dry matter by potato plant as affected by sulfate fertilizer in green house experiment 7

PLANT PROTECTION

Skryljov A.A., Kashirskaja N.Ja. The efficacy of insecticides against *Psylla Pyri* L. in the conditions of the 2013—2015 ccr. 16

Smirnova I.P., Karimova E.V., Schneider Yu.A. Some perspectives of use metabolites of the genus *Trichoderma* 22

SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

Savich V.I., Belopukhov S.L., Kotenko M.E., Gukalov V.V., Ilicheva P.I., Fedorova T.A. Agroecological estimation of the mineralogical composition of the soil 30

Dovletyarova E.A., Mosina L.V., Petrovskaya P.A. Soil-ecological characteristic of the Forest experimental station of Russian State Agrarian University of Moscow Agricultural Academy by K.A. Timiryazev under plantings in the conditions of various anthropogenous loading 40

MORPHOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF PLANTS

- Vandishev V.V., Miroshnikova E.A., Terekchin A.A.** The study of the morphology and the lipid complex of the seeds of *Plantago psyllium* L., and *Plantago ovate* Forssk., in comparative aspect 46

MORPHOLOGY AND ONTOGENESIS OF ANIMALS

- Nikitichenko V.E., Nikitichenko D.V., Seregin I.G., Rystsova E.O.** Morphological composition of carcasses and muscle development of eland antelope 52
- Shakirova S.M., Shakirova G.R.** Structural changes in rats organism in experimental intoxication with herbicide 2,4-da 57

VETERINARY SCIENCE

- Sisyagin P.N., Redzhepova G.R., Sisyagina E.P., Leonteva I.L.** Prevention of mixed respiratory infections in young cattle 65

VETERINARY SANITARY INSPECTION

- Lokorev A.V., Nityaga I.M., Fedyushin D.V., Khomenets N.G., Shamanova L.A.** Indication and identification of infectious agents in animal products based on biochip technology with a biotin label and colorimetric detection 72

- OUR AUTHORS** 79

РАСТЕНИЕВОДСТВО

ВЛИЯНИЕ СЕРЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЯХ И НАКОПЛЕНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА РАСТЕНИЯМИ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА

В.Д. Нагорный, Расуанайву Нурусон Арималала

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

Со времени применения минеральных удобрений для повышения плодородия почв во всех регионах простой суперфосфат был основным фосфорным удобрением. Это удобрение содержит не только 19—21% P_2O_5 , но и балласт в форме гипса и остатков серной кислоты. Как следствие этого все почвы, в которые вносился простой суперфосфат, с каждым килограммом удобрения получали не только 190—210 г фосфора (P_2O_5), но и 80—100 г серы (S). В течение последних 40—50 лет основными фосфорными удобрениями стали двойной и тройной суперфосфат и полифосфаты аммония, калия и магния с содержанием 42—52% P_2O_5 . Основным источником серы в районах, где не применяются серные удобрения (гипс, сульфаты калия, магния аммония), стали только атмосферные осадки, приносящие окислы серы, выбрасываемые промышленными предприятиями и выхлопными газами автомобилей и тракторов. В этих условиях чаще стали проявляться симптомы недостатка серы в минеральном питании растений. Такие симптомы чаще всего проявляются на посевах масличных, бобовых и корнеплодных культур. Уровни оптимального содержания серы в растениях большинства культур установлены, однако есть необходимость в получении достоверных сведений о периодах, когда растения более чувствительны к недостатку серы, и на какие физиологические процессы этот элемент непосредственным образом оказывает критическое влияние. В статье приводятся сведения о влиянии калия и сопутствующих анионов на содержание пигментов в листьях картофеля и накопление сухого вещества растениями.

Ключевые слова: сера, серные удобрения, хлорофилл, каротиноиды, спектры поглощения УФ

Сера, наряду с азотом, фосфором, калием и магнием, является важным элементом питания, принимающим прямое или опосредованное участие в процессах метаболизма и синтеза в растениях. Сера принимает активное участие в многочисленных реакциях обмена веществ в растениях. Почти все белки содержат серосодержащие аминокислоты — метионин, цистеин, цистин [1; 4; 6—8]. Недостаток этого элемента, как и избыток, оказывают существенное влияние на продуктивность растений. О тесной взаимосвязи азотного и серного питания растений могут также свидетельствовать сходные пути ассимиляции этих элементов. Они могут

поглощаться в восстановленной (NH_3 и SH_2) и окисленной формах (NO_3^- и SO_4^{2-}), но в составе органических соединений растений эти элементы в восстановленной форме. Максимальное поглощение их растениями также происходит в период наибольшей метаболической активности в местах синтеза белка и в период основного накопления сухого вещества [3; 4; 6; 7].

Отмечено, что уровень азотного и серного питания предопределяет также устойчивость растений против болезней и, в конечном счете, продуктивность растений.

Эта тесная взаимосвязь роли азота и серы в метаболизме растений пробудила интерес как к раскрытию этой взаимосвязи, так и к поиску оперативных методов для оценки уровней питания растений этими элементами и дистанционных методов мониторинга состояния посевов. Местом, где, вероятнее всего, в большей мере проявляется взаимосвязь азотного и серного питания и где отражается этот механизм, является зеленый лист растений, который стал самым распространенным объектом исследований по оценке физиологического состояния растений и потенциальной продуктивности зеленых растений.

Целью проведенных исследований было изучение влияния калийных солей (KNO_3 , KCl и K_2SO_4) на содержание пигментов в листьях и накопление сухого вещества растениями картофеля в условиях вегетационного опыта.

Объект и методы исследований. Вегетационный опыт проведен в лаборатории Агробиотехнологического департамента Агротехнологического института Российского университета дружбы народов в феврале—марте 2016 г. Объектом исследований являлся скороспелый сорт картофеля «Аризона». Субстрат — торф, обогащенный черноземной почвой в отношении 3 : 1. Объем сосудов 3 л. В каждый сосуд высаживали пророщенные клубни картофеля массой 3—5 г. Повторность четырехкратная. Температура воздуха в лаборатории не превышала 22—24 °С. Уровень освещенности составлял ~5000 люкс. Для компенсации недостатка ультрафиолетового спектра использовали UV Uniel ESL-312-25, 36w. Состав питательной среды представлен в табл. 1.

Таблица 1

Состав питательного раствора

Общий фон	Формула мин. солей	Варианты		
		KNO_3	KCl	K_2SO_4
$\text{K}_{100}\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{S}_{41}$	KNO_3	250	—	—
	KCl	—	190	—
	K_2SO_4	—	—	223
	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	240	240	240
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	—	124	124
	MgSO_4	154	154	—
	MgO	32	32	83
	CaCO_3	250	250	250

*Микроэлементы: Мо и В — 1 мг элемента/сосуд.

Реакция растений на анионы солей определялась по следующим показателям:

- масса сухого вещества, синтезированного растениями за цикл выращивания двумя сортами;
- содержание хлорофилла Cha, Chb, Chc и каротиноидов, извлекаемых ацетоном из листьев;
- оптическая плотность вытяжек для различных волн ультрафиолетового спектра.

Для анализа содержания пигментов использовали пластинки четвертого листа на стебле картофеля. Общую сумму пигментов определяли после высушивания одинакового объема ацетоновой вытяжки. По техническим причинам длительность выращивания растений на субстратах была различной; при выращивании растений сорта «роко» — 45 дней, а сорта «аризона» — 60 дней. В первом случае растения выращивали без дополнительного освещения ультрафиолетовой лампой, в результате чего растения были этиолированными, во втором случае растения развивались до начала фазы цветения, после чего опыт был прекращен из-за достижения растениями используемых ламп.

Состав пигментов определяли на УФ-спектрофотометре Perkin Elmer Kambda 950 UV. Накопление общей сухой массы растениями сорта «аризона» определяли в фазу начала цветения. Масса сухого вещества, синтезированного растениями, определяли после высушивания всей массы столонов, корней и вегетативной части растений.

Общий вид растений к моменту завершения опытов представлен на фотографиях (рис. 1).



Рис. 1. Вегетационные сосуды с разными формами калийного удобрения (слева сорт Роко, справа сорт Аризона)

Результаты исследований. Основными источниками серы в почве служит ее органический материал, атмосферные выпадения и серосодержащие удобрения. На органические формы серы в почве приходится 75—90%, а минеральной — 10—25% от общего ее содержания в почве. Минерализация органического вещества в сосудах могла обеспечивать растения картофеля серой в тех вариантах, где калий вносился в форме селитры или хлорида. Так как растения картофеля выращи-

вались на торфо-почвенном субстрате, то абсолютный дефицит практически всех элементов питания исключался полностью, и на всех вариантах опыта известных признаков серного голодания в первом и третьем вариантах опыта не было выявлено. В то же время было отмечено, что растения в сосудах с хлоридом калия испытывали водный стресс из-за пониженной влажности воздуха в помещении. Об этом свидетельствовали поникшие, а местами подсушенные края листовых пластинок, несмотря на повышенную влажность субстрата в сосудах.

Таким образом, интенсивность зеленого цвета и отражательная способность листовой поверхности таких растений может быть существенно ниже. Зеленая окраска листьев и состояние их поверхности на растениях других вариантов были в пределах нормы. Это является дополнительным подтверждением выводов, сделанных ранее о том, что бесхлорные калийные удобрения обеспечивают более высокую урожайность картофеля и улучшают качество клубней.

Анионы калийных солей оказали различное влияние как на формирование сухой массы отдельных органов картофеля (табл. 2), так и всего растения в целом (табл. 3). При коротком периоде выращивания картофеля в сосудах (от фазы всходов до фазы ветвления) хлористый калий и сернокислый калий больше способствовали формированию вегетативной массы и корней, чем нитрат калия. При более длительном периоде выращивания (от всходов до начала цветения) положительное влияние анионов хлора и сульфата на накопление сухого вещества существенно усилилось. При этом более продуктивное формирование массы растений оказывал сульфат калия.

Таблица 2

Влияние калийных солей на накопление сухого вещества органами растений картофеля сорта «Роко»

Части растения	Сухая масса растений (г)			
	KNO ₃	KCl	K ₂ SO ₄	СУММА
вегетативная	2,50a	3,17b	3,46с	9,13
корневая	0,44a	0,66b	0,55b	1,65
столоны	0,06a	0,11b	0,07a	0,24
СУММА	3	3,94	4,08	11,02

Таблица 2

Влияние калийных солей на накопление сухого вещества органами растений картофеля сорта «Аризона»

Разные формы калийного удобрения	Сухая масса растений в граммах				сумма V	среднее V
	1	2	3	4		
KNO ₃	3,07	2,88	3,21	2,87	12,03	3,0075
KCl	3,83	4,07	4,05	3,79	15,74	3,935
K ₂ SO ₄	4,29	4,39	3,66	3,97	16,31	4,0775

Установлено [2; 7], что образование каротиноидов зависит от уровня азотного питания. Большее накопление каротиноидов происходит при выращивании растений на нитратном фоне по сравнению с аммиачным. Недостаток серы резко уменьшает содержание каротиноидов. В варианте с сульфатом калия содержание каро-

тиноидов в 1,7 раза больше, чем при использовании нитрата или хлорида калия. По условиям эксперимента содержание основных элементов питания и микроэлементов было одинаковым. Разное по массе содержание пигментов и, в частности, различных форм хлорофилла в листьях двух сортов подтверждает влияние форм калийного удобрения на величину этих показателей. Если положительное влияние повышенного уровня азотного питания на содержание хлорофилла известно, то, как свидетельствуют полученные данные, повышенный уровень серного питания практически не влияет на содержание форм хлорофилла. Но при этом проявляется существенное влияние сульфата калия на массу других пигментов в листьях, измеряемых как в мг на грамм сухого вещества листьев, так и в мг на единицу площади листовой пластинки (рис. 2).

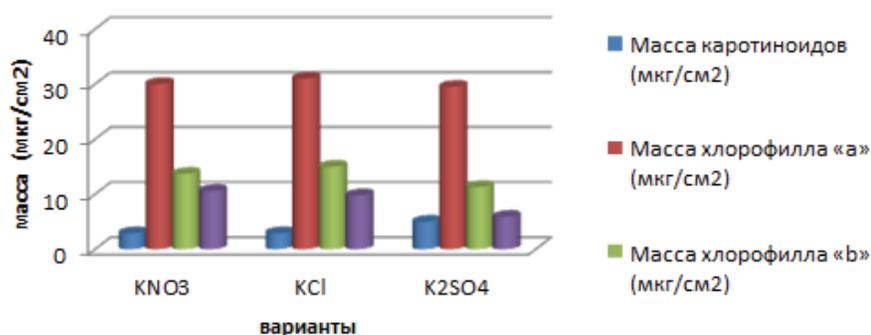


Рис. 2. Масса пигментов в ацетоновой вытяжке из листьев картофеля сорта Роко

Таким образом, интенсивность окраски листа зависит как от уровня азотного питания, так и от уровня содержания серы в питательном субстрате.

Измерение содержания зеленых пигментов, азота и серы в листьях может дать дополнительный повод для более глубокой интерпретации влияния различных форм калийного удобрения на физиологическое состояние растений в определенные фазы и на продуктивность растений.

Основным аргументом, вызвавшим изменение содержания хлорофиллов, было большее или меньшее содержание хлоридов или сульфатов. Показателем влияния этих анионов на содержание различных типов хлорофиллов в ацетоновых вытяжках из листьев является изменение величины оптической плотности этих вытяжек для характеристических волн инфракрасного спектра. При использовании сульфата калия содержание всех экстрагируемых веществ и каротиноидов было выше по сравнению с другими вариантами. Но при этом содержание хлорофиллов всех типов в листьях картофеля этого варианта было достоверно наименьшим. Относительное увеличение содержания хлоридов привело к увеличению содержания всех типов хлорофилла в листьях (рис. 3).

Механизм влияния анионов калийной соли на содержание и трансформацию всех пигментов в листьях растений пока еще не установлен, однако имеются сведения о том, что различные биохимические процессы, происходящие в зеленом листе, требуют разное количество световой энергии, что и подтверждается спектральными характеристиками зеленых пигментов [2; 3; 7].

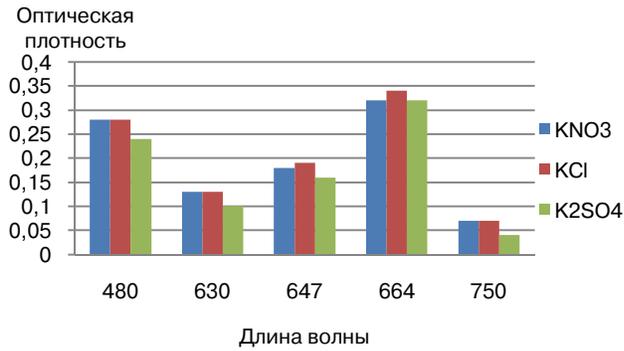


Рис. 3. Оптическая плотность ацетоновой вытяжки хлорофиллов в зависимости от формы калия в субстрате

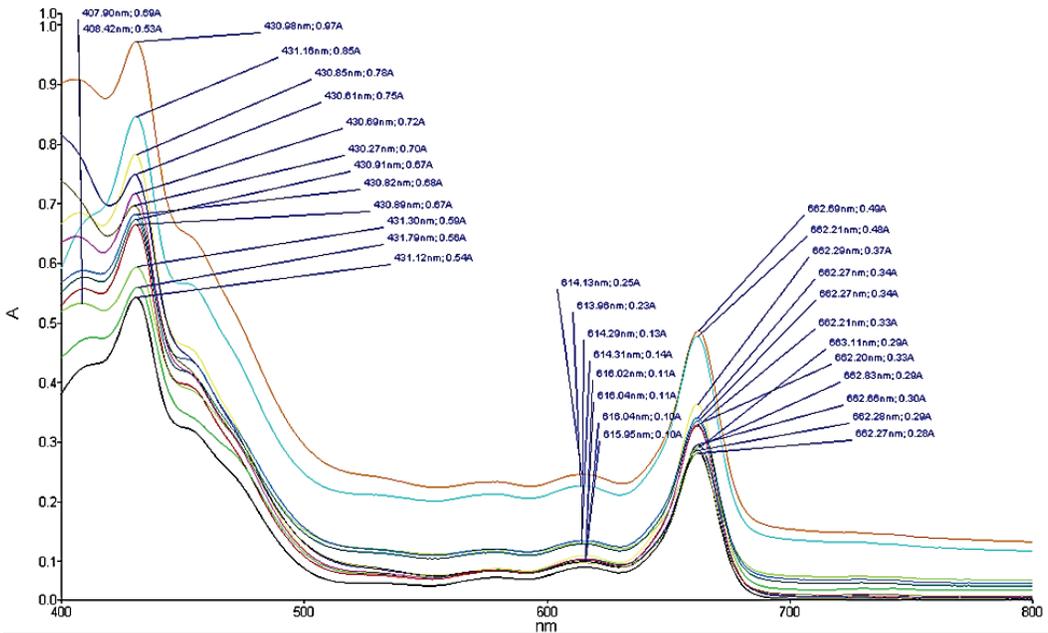


Рис. 4. Спектрограммы пигментов зеленого листа

Детальный анализ УФ спектрограмм ацетоновых вытяжек пигментов листьев картофеля в УФ области (рис. 4; 5) показывает, что превышение содержания хлоридов или сульфатов в питательной среде может оказывать влияние на спектральные характеристики всех пигментов листа, вызывая изменения как интенсивности абсорбции энергии, так и смещение преимущественно поглощаемой длины волны спектра.

Установлено, что каждый биохимический процесс в листе требует определенной энергии, и это находит отражение в спектре поглощения. Так, синтез хлорофилла и фотосинтез требует большего количества энергии, чем, например фотоморфогенез (рис. 5). Для синтеза каротиноидов требуется больше энергии, и на фоне повышенного содержания хлоридов в питательной среде этот процесс идет активнее, чем на субстрате с повышенным содержанием нитратов или сульфатов.

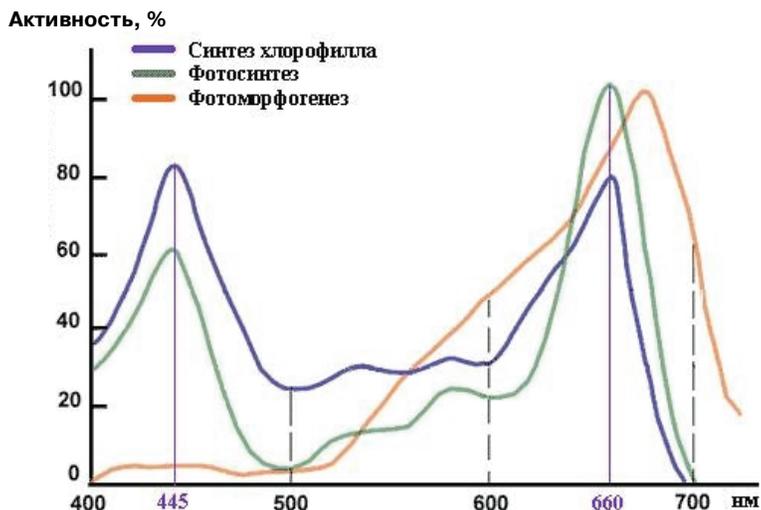


Рис. 5. Области преимущественного поглощения энергии различными биохимическими процессами в листьях зеленого растения [2]

Выводы

Полученные результаты полевого опыта позволяют сделать следующие предварительные выводы.

1. Повышенный уровень минерального питания, создаваемый одноразовым внесением всех (NPK) удобрений при посадке, обеспечивает получение большей массы всех клубней, но с меньшей долей посадочной фракции соответствующих размерам посадочного картофеля (50—70 и 20—50 мм) — 46%.

2. Внесение гипса при посадке в дозе 240 кг SO_4^{2-} на га увеличивало долю как семенной фракции картофеля до 71%, так и долю недоразвитых клубеньков на столонах, которые в случае уборки картофеля в сентябре могли бы вырасти до размера семенной фракции.

3. Подкормка картофеля сульфатом калия, проведенная в начале фазы цветения, способствовала формированию большей массы посадочных клубней — 87% (фракция 50—70 мм — 104 г: фракция 20—50 мм — 35 г). Такая подкормка способствовала закладке потенциально большего числа клубней.

4. Подкормка хлористым калием также способствовала формированию большей массы посадочных клубней (56% от массы фракций), но существенно меньше, чем подкормка сульфатом калия.

5. Реакция растений картофеля на подкормки сульфатом и хлоридом калия дает основание предполагать, что положительное действие калийного удобрения (КСI в опыте), внесенного при посадке, затухает по причине вымывания вниз по профилю почвы и влияния известкования. В то же время положительная реакция растений картофеля на калийную подкормку подтверждает известный факт, что большая часть калия поглощается растениями во второй половине вегетации (с начала фазы цветения до завершения вегетации).

6. Использование разных калийных форм удобрений существенно влияет на сухую массу органов растений картофеля — надземные органы, корни и столоны.

7. Превышение содержания нитратов в питательной среде оказывает большее влияние на общую массу растений картофеля по сравнению с вариантами, когда преобладают хлориды или сульфаты.

8. Превышение концентрации хлоридов в питательной среде существенно увеличивает содержание хлорофилла `а` и `б` и увеличивает поглощение энергии в области 660—664 нм.

9. Сульфат-ион способствует большему накоплению сухих веществ, переходящих в ацетоновую вытяжку, и увеличивает формирование большей массы растений. Косвенно это подтверждается смещением спектра поглощенной энергии в область ближе к 680 нм — к энергетической области фотоморфогенеза.

© Нагорный В.Д., Расуанайву Нурусон Арималала, 2016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Аристархов А.Н. Агрохимия серы / Под ред. В.Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2007.
- [2] Кузнецов В.В., Г.А. Дмитриева. Физиология растений. Высшая школа, 2005.
- [3] Нортон Р., Микелсен Р., Дженсен Т. Значение серы в питании растений // Питание растений. 2014. № 3. С. 2—5.
- [4] Тилл А.Р. Сера и устойчивое земледелие. 2011. URL: <http://www.fertilizer.org/HomePage/LIBRARY/Our-selection2/Fertilizer-use.html/Sulphur-and-Sustainable-Agriculture.html>.
- [5] Физиология растений. Значение отдельных участков солнечного спектра для фотосинтеза. URL: <http://fizrast.ru/fotosintez/energetika/spectr.html>.
- [6] Blair G.J. (2002). Sulfur fertilizers: A global perspective. Proceedings No. 98, International Fertiliser Society, York, UK. pp 1—36.
- [7] Blake-Kalff M.M.A., Zhao F.J., McGrath S.P. (2002). Sulfur deficiency diagnosis using plant tissue analysis. Proceedings No. 503, International Fertiliser Society, York, UK. P. 1—22.
- [8] De Kok L.J., Castro J.A., Durenkamp M., Stuiver C.E., Westerman S., Yang L., Stulen I. (2002). Sulfur in plant physiology. Proceedings No. 500, International Fertiliser Society, York, UK. P. 1—26.

LEAF PIGMENT CONTENT AND ACCUMULATION OF DRY MATTER BY POTATO PLANT AS AFFECTED BY SULFATE FERTILIZER IN GREEN HOUSE EXPERIMENT

V.D. Nagorny, R. Nourouson Arimalala

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklay Str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

From the time mineral fertilizers were used single superphosphate have been the main source of phosphate in plant nutrition. This fertilizer contains not only 19—21% of P_2O_5 but also sulfate in form of gypsum and small amount of sulfuric acid. As a result, application of one kg of superphosphate enriched the soil with 80—100 g of sulfates. During last 40—50 years single superphosphate was replaced by concentrated mineral fertilizers which contain up to 42—52% of P_2O_5 . And now on some soils the main source of sulfur

become precipitations which bring sulfur oxides produced by chemical enterprises and exhaust fumes of machinery. As a consequence of this there are not rear cases when growing plants, and more often legumes, oil and root corps, show signs of sulfur deficit. Optimal levels of sulfur content in plant leaves well established. But there is obvious interest to get more objective data on physiological processes which are more sensitive to deficit of this plant nutrient and on preferable time of sulfur application. Influence of sulfate and other anions of potassium fertilizers on leaf pigment content and accumulation of dry matter by potato plants are presented and discussed in the article.

Key words: sulfur, sulfate fertilizer, chlorophyll, carotenoids, absorbance of UV spectrum

REFERENCES

- [1] Aristarhov A.N. Agrohimiya sery. Ed. V.G. Sycheva. M.: VNIIA, 2007.
- [2] Kuznecov V.V., Dmitrieva G.A. Fiziologija rasteni. Vysshaja shkola, 2005.
- [3] Norton R., Mikkelsen R., Dzhensen T. Znachenie sery v pitanii rastenij. *Pitanie rastenij*. 2014. № 3. S. 2—5.
- [4] Till A.R. Sera i ustojchivoe zemledelie. 2011. URL: <http://www.fertilizer.org/HomePage/LIBRARY/Our-selection2/Fertilizer-use.html/Sulphur-and-Sustainable-Agriculture.html>.
- [5] Fiziologija rastenij. Znachenie otdel'nyh uchastkov solnechnogo spektra dlja fotosinteza. URL: <http://fizrast.ru/fotosintez/energetika/spectr.html>.
- [6] Blair G.J. (2002). Sulfur fertilizers: A global perspective. Proceedings No. 98, International Fertiliser Society, York, UK. P. 1—36.
- [7] Blake-Kalff M.M.A., Zhao F.J., McGrath S.P. (2002). Sulfur deficiency diagnosis using plant tissue analysis. Proceedings No. 503, International Fertiliser Society, York, UK. P. 1—22.
- [8] De Kok L.J., Castro J.A., Durenkamp M., Stuijver C.E., Westerman S., Yang L., Stulen I. (2002). Sulfur in plant physiology. Proceedings No. 500, International Fertiliser Society, York, UK. P. 1—26.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРОТИВ *PSYLLA PYRI* L. В УСЛОВИЯХ ЦЧР 2013—2015 ГГ.

А.А. Скрылёв, Н.Я. Каширская

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВНИИС им. И.В. Мичурина»
ул. Мичурина, 30, г. Мичуринск, Тамбовская область, Россия, 393774

Одним из главных вредителей груши является грушевая медяница (*Psylla pyri* L.), которая при большой численности может являться причиной гибели насаждений груши. В настоящее время ассортимент препаратов, разрешенных для применения в грушевых насаждениях, не обеспечивает эффективную защиту против медяницы. В условиях вегетационных периодов 2013—2015 гг. на растениях сорта Осенняя Яковлева в борьбе с массовым распространением грушевой медяницы были испытаны препараты Актара, ВДГ (250 г/кг), Димелин, СП (250 г/кг), Вертимек, КЭ (18 г/л) Децис профи, ВДГ (250 г/кг), Би-58 Новый, КЭ (400 г/л), Калипсо, КС (480 г/л) монофакторно и в баковых смесях. Мониторинг погодных условий и анализ развития грушевой медяницы в течение вегетационного сезона позволил снизить пестицидную нагрузку в плодоносящих насаждениях груши и повышения рентабельности производства плодов груши. В зависимости от погодных условий и степени развития вредителя применяемые препараты показали различную эффективность. Наибольшему распространению и развитию грушевой медяницы оказали погодные условия 2014 и 2015 г. (оптимальная температура и влажность воздуха, низкое количество осадков); неблагоприятные для развития — 2013 г. (частое и обильное выпадение осадков). Наибольшая и длительная биологическая эффективность в борьбе с грушевой медяницей, независимо от погодных условий, достигалась за счет применения баковой смеси препаратов Димелин, СП + Актара, ВДГ (БЭ = 85—98%). Высокая биологическая эффективность препаратов Димелин, СП, Актара, ВДГ и Вертимек, КЭ монофакторно (БЭ = 78—95%) достигается их применением при низкой численности грушевой медяницы.

Ключевые слова: груша, грушевая медяница, развитие, инсектициды, биологическая эффективность

В основе рентабельного плодоводства лежит сорт, биологические особенности которого определяют характер роста, плодоношения и продуктивности плодовых культур, диктуют требования к применению различных технологий. Появление многочисленных сортов порождает необходимость подбора лучших из них применительно к внешним условиям конкретных территорий, а также формам хозяйствования и природопользования [1].

Одним из наиболее перспективных сортов груши для промышленного возделывания на территории Тамбовской области считается осенний сорт, полученный во ФГБНУ «ВНИИГ и СПР им. И.В. Мичурина» — Осенняя Яковлева. Наиболее

распространен он в средней полосе. Это большое, быстрорастущее, с высокоокруглой, слегка поникающей со временем кроной дерево. Для данного сорта характерна высокая побегообразовательная способность, что приводит при сильной обрезке к загущению кроны [2].

Одним из главных вредителей груши является грушевая медяница (*Psylla pyri* L.), которая при большой численности может являться причиной гибели насаждений груши [3].

В настоящее время ассортимент препаратов, разрешенных для применения в грушевых насаждениях, не обеспечивает эффективную защиту против медяницы, в связи с этим необходимо разработать эффективные схемы сочетания препаратов в условиях конкретного вегетационного сезона [4]

Исследования проводили в насаждениях груши ФГБНУ «ВНИИС им. И.В. Мичурина». Сорта груши: Осенняя Яковлева (2006 года посадки). Делянка — дерево при пятикратной повторности. Формировка кроны деревьев — разреженно-ярусная.

В экспериментах были использованы препараты: Димилин*, СП (1,0 кг/га) — инсектицид, относящийся к группе регуляторов роста и развития насекомых; Актара, ВДГ (0,2 кг/га) — инсектицид кишечного-контактного действия; Вертимек*, КЭ (0,75 л/га) — инсектоакарицид кишечного-контактного действия; Децис профи, ВДГ (0,06 кг/га) — инсектицид кишечного-контактного действия; Би-58 Новый, КЭ (1,5 л/га) — системно-контактный инсектоакарицид; Калипсо, КС (0,4 л/га)* — контактно-кишечный инсектицид системного действия.

Методы исследований общепринятые [5].

Схема мелкоделяночного опыта ФГБНУ «ВНИИС им. И.В. Мичурина».

1. Контроль.
2. Димилин, СП.
3. Актара, ВДГ (эталон).
4. Вертимек, КЭ.
5. Димилин, СП + Актара, ВДГ.
6. Димилин, СП + Вертимек, КЭ.
7. Децис профи, ВДГ.
8. Би-58 Новый, КЭ.
9. Калипсо, КС.

Результаты исследований. Применение инсектицидов монофакторно и в баковых смесях в зависимости от вегетационного сезона показало разную биологическую эффективность в борьбе с одним из основных вредителей насаждений груши — грушевой медяницей.

Погодные условия вегетационных сезонов 2013—2015 гг. были различными.

В вегетационный период 2013 г. благоприятными для развития вредителя были погодные условия апреля и июня (оптимальная температура и влажность воздуха, низкое количество осадков). Погодные условия июля (выпадение 94,9 мм осадков) и августа (выпадение 75,6 мм осадков) способствовали снижению численности грушевой медяницы (численность вредителя достигала 3—7 ед./1 прирост).

* На груше не зарегистрированы.

Однако наибольшую биологическую эффективность в данном сезоне показал вариант № 5 «Димилин + Актара» (БЭ = 92,8%) (рис. 1). Наименьшая биологическая эффективность на растениях сорта отмечена в варианте № 2 «Димилин» (БЭ = 70,1%), при этом численность вредителя в обрабатываемых вариантах снижалась в среднем до 2—4 ед./1 прирост при 29,8 ед./1 прирост в контроле.

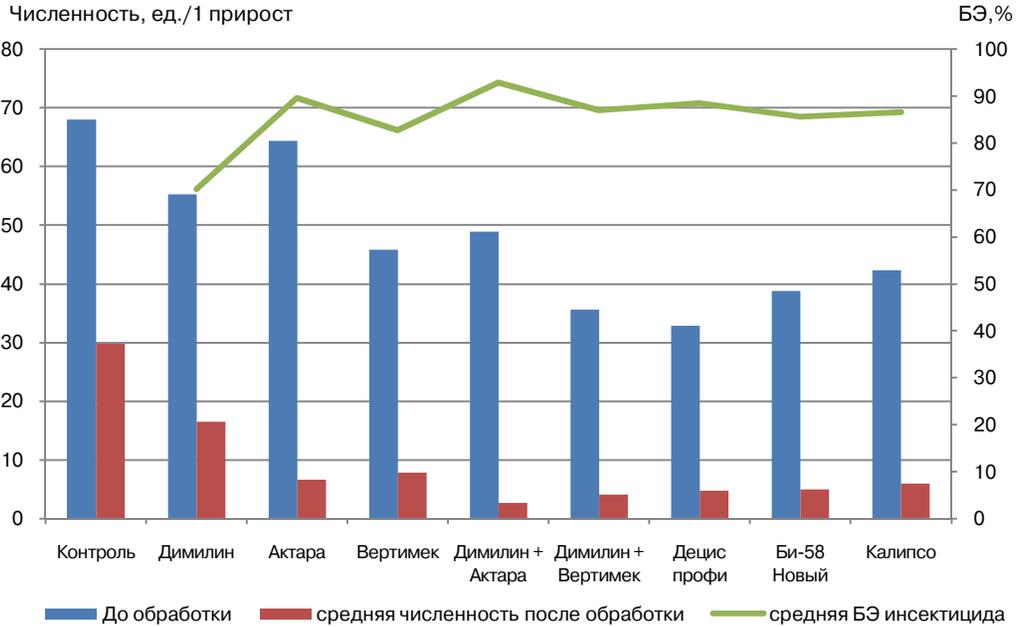


Рис. 1. Численность грушевой медяницы и биологическая эффективность инсектицидов в условиях вегетационного сезона 2013 г.

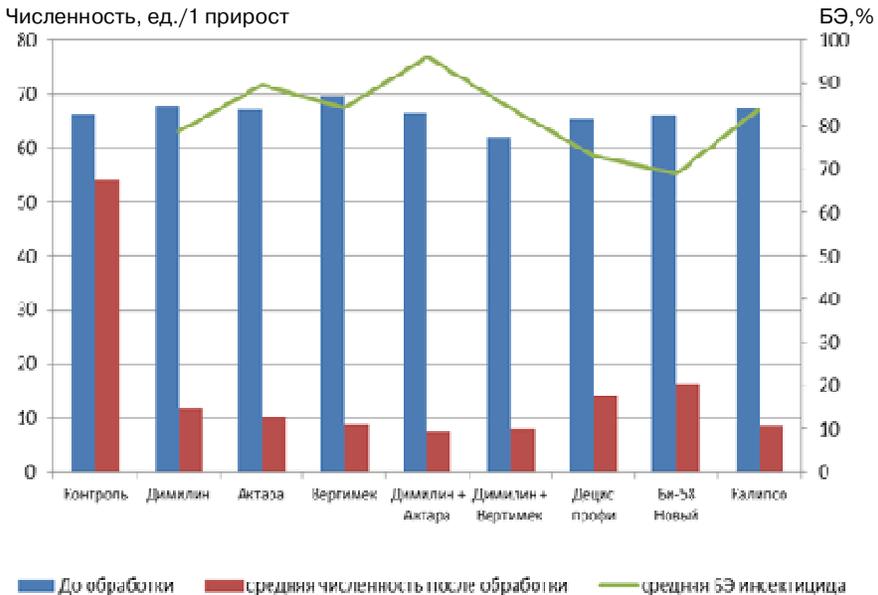


Рис. 2. Численность грушевой медяницы и биологическая эффективность инсектицидов в условиях вегетационного сезона 2014 г.

Погодные условия апреля—мая, июля—августа 2014 г. были благоприятны для развития грушевой медяницы: оптимальная температура и влажность воздуха, низкое количество осадков способствовали массовому размножению вредителя. Однако в июне 2014 г. погодные условия (14 дней с выпадением осадков) способствовали уменьшению численности вредителя в насаждениях до 2—6 ед./1 прирост.

Применение данных вариантов в 2014 г. показало, что лучшим также был вариант № 5 «Димилин + Актара» (БЭ = 96,1%): средняя численность вредителя снижалась до 7 ед./1 прирост при изначальной 66,4 ед./1 прирост. Вариант № 8 «Би-58 Новый» и № 7 «Децис профи» показали БЭ = 73,1% и 69,2% (соответственно по вариантам) (см. рис. 2).

Погодные условия вегетационного периода 2015 г. значительно отличались от среднееголетних значений и были благоприятны для развития грушевой медяницы. Так, наиболее благоприятные периоды для развития грушевой медяницы сложились в апреле—мае и июле—августе 2015 г. (оптимальная температура и влажность воздуха, низкое количество осадков); наименее благоприятные — июнь 2015 г. (14 дней с выпадением осадков).

В условиях вегетационного сезона 2015 г. (рис. 3) средняя численность вредителя до обработок составляла до 63 ед./1 прирост, при этом ее снижение после обработок составляло до 3—16,7 ед./1 прирост. Наибольшую эффективность за вегетационный сезон показали варианты № 5 «Димилин + Актара» и № 3 «Актара» (89,5% и 88,5% соответственно). Высокая биологическая эффективность 80,7% и 77,8% вариантов № 7 и № 8 (соответственно) достигалась низкой численностью вредителя в предварительном учете.

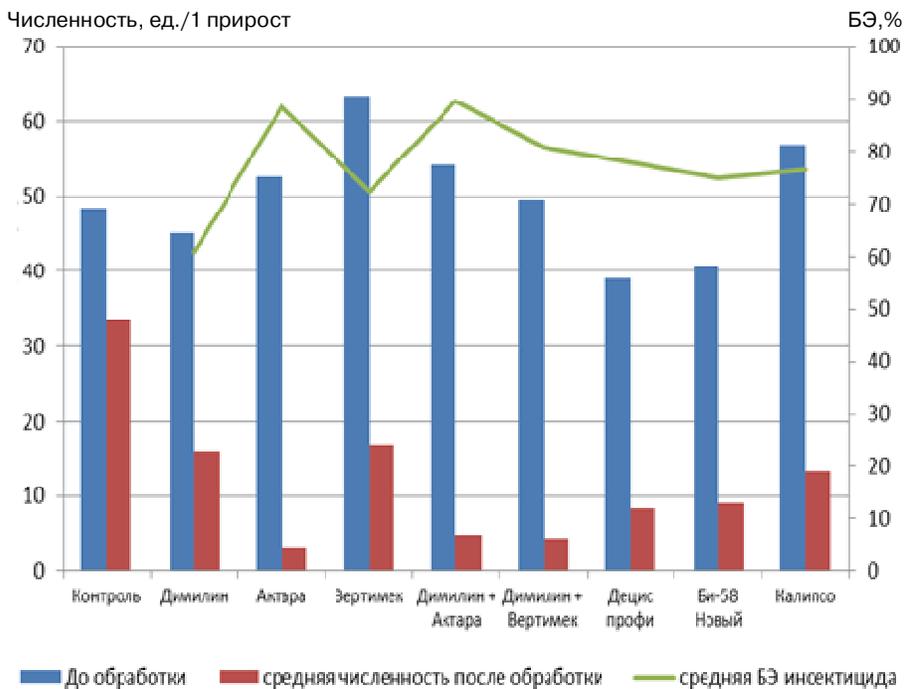


Рис. 3. Численность грушевой медяницы и биологическая эффективность инсектицидов в условиях вегетационного сезона 2015 г.

Таким образом, наибольшая и длительная биологическая эффективность в борьбе с грушевой медяницей (до 14 дней), независимо от погодных условий, достигалась за счет применения препарата «Актара» и баковой смеси «Димилин + Актара», наименьшая — «Димилин», «Децис профи», «Би-58 Новый», «Калипсо».

Совместное применение препаратов различного механизма действия позволяет значительно снизить численность вредителя (в зависимости от погодных условий и по сравнению с монофакторным применением).

Высокая биологическая эффективность препаратов Димилин, Актара монофакторно достигается их применением при низкой численности грушевой медяницы (до 10 ед./1 прирост).

© Скрьлёв А.А., Каширская Н.Я., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Сатибалов А.В. Практические результаты селекционной работы по груше // Субтропическое и декоративное садоводство. 2012. Т. 46. № 1. С. 100—109.
- [2] Помология. Том II. Груша. Айва / под ред. Е.Н. Седова. Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2007.
- [3] Скрьлёв А.А. Динамика развития грушевой медяницы в условиях вегетационных сезонов 2010—2014 гг. // Научная жизнь. 2015. № 2. С. 66—71.
- [4] Скрьлёв А.А. Эффективность инсектицидов против грушевой медяницы // Агро XXI. 2013. № 1—3. С. 31—32.
- [5] Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов / Под ред. В.И. Долженко. СПб., 2009.
- [6] Скрьлёв А.А. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с грушевой медяницей в условиях вегетационных периодов 2012—2013 гг. // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. Современные системы земледелия в садоводстве и виноградарстве. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2014. Т. 6. С. 201—204.

THE EFFICACY OF INSECTICIDES AGAINST *PSYLLA PYRI* L. IN THE CONDITIONS OF THE 2013—2015 CCR

A.A. Skryljov, N.Ja. Kashirskaja

Federal State Budget Scientific Institution I.V. Michurin
All-Russia Research Institute for Horticulture
Michurin str., 30, Michurinsk, Tambov Region, Russia, 393774

One of the major pests of pear is a pear psylla (*Psylla pyri* L.), which in large amount, can cause the death of pear plantations. Currently assortment of preparation approved for application in pear plantations, does not provide effective protection against the pear psylla. In the conditions of growing seasons 2013—2015, the preparations Actara WG (250 g/kg), Dimilin, WP (250 g/kg), Vertimek, EC (18 g/l), Decis Profi, WG (250 g/kg), Bi-58 New EC (400 g/l), Calypso, SC (480 g/l) were tested on pear plants varieties Osennaya Yakovleva to protect against the massive spread of pear psylla. Preparations were applied as

well univariate as in tank mixtures. Monitoring weather conditions and analysis of pear psylla's development during the growing season let to reduce the pesticide load in the plantations of fertile pear and increase profitability pear fruit production. Depending on weather conditions and the degree of development of the pest, used insecticides showed different efficiency. The highest expansion and development of pear psylla were occurred by the weather conditions in 2014 and 2015 (the optimum temperature and humidity, low rainfall); unfavorable for pest development was 2013 (frequent and abundant precipitation). The Most long-term biological effectiveness to control pear psylla, regardless of weather conditions, achieved through the application of a tank mixture Dimilin, WP + Actara, WG (biological efficiency = 85—98%). High biological efficiency of Dimilin, WP, Actara, WG and Vertimek, EC univariate (BE = 78—95%) was achieved by applying them at a low number of pear psylla.

Key words: pear, pear psylla, development, insecticides, biological efficiency

REFERENCES

- [1] Satibalov A.V. Prakticheskie rezul'taty selekcionnoj raboty po grushe. *Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo*. 2012. T. 46. No 1. S. 100—109.
- [2] Pomologija. Tom II. Grusha. Ajva. Ed. E.N. Sedova. Orel, izd-vo VNIISPK, 2007.
- [3] Skryljov A.A. Dinamika razvitija grushevoj medjanicy v uslovijah vegetacionnyh sezonov 2010—2014 gg. *Nauchnaja zhizn'*. 2015. No 2. S. 66—71.
- [4] Skryljov A.A. Jefferktivnost' insekticidov protiv grushevoj medjanicy. *Agro XXI*. 2013. No 1—3. S. 31—32.
- [5] Metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam insekticidov, akaricidov, molljuskocidov i rodentecidov. Ed. V.I. Dolzheniko. Sankt-Peterburg, 2009.
- [6] Skryljov A.A. Biologicheskaja jefferktivnost' insekticidov v bor'be s grushevoj medjanicej v uslovijah vegetacionnyh periodov 2012—2013 gg. *Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV. Sovremennye sistemy zemledelija v sadovodstve i vinogradarstve*. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2014. T. 6. S. 201—204.

НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАБОЛИТОВ РОДА *TRICHODERMA*

И.П. Смирнова¹, Е.В. Каримова¹, Ю.А. Шнейдер²

¹Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

²ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»
ул. Пограничная, 32, пос. Быково, Раменский р-н,
Московская обл., Россия, 140150

Статья представляет обзор исследований, которые посвящены некоторым перспективам использования метаболитов рода *Trichoderma* в создании средств защиты в борьбе с заболеваниями растений, как вирусного, так и бактериального происхождения, представлены работы зарубежных и российских исследователей. Особое внимание уделено исследованиям продуктов метаболизма полифункционального штамма *Trichoderma harzianum* Rifai F-180, с которым в течение ряда лет проводятся работы на кафедре биохимии МИ РУДН, использованию культуральной жидкости этого сапрофитного гриба и фермента L-лизин- α -оксидаза в качестве ингибитора ряда особо опасных заболеваний человека и особо опасных заболеваний растений бактериального и вирусного происхождения.

Ключевые слова: триходерма, продукты метаболизма триходермы, L-лизин- α -оксидаза

В настоящее время одним из наиболее изучаемых грибов является род *Trichoderma*. Это единственный род, каждый вид которого представлен в Генетическом Банке одним геном, а многие виды представлены последовательностью двух или более генов. Такой повышенный интерес к этому роду обусловлен его практической значимостью [1].

В процессе своей жизнедеятельности грибы *Trichoderma* выделяют в почву свои метаболиты, которые, благодаря своей полифункциональности, обеспечивают лидирующее положение среди других почвенных микроорганизмов.

В нашей стране созданы биопрепараты на основе грибов рода *Trichoderma*. Известно, что для борьбы с возбудителями вертициллезного увядания хлопчатника — *Verticillium dahliae*, склеротиниоза огурца — *Sclerotinia sclerotiorum*, ризоктиниоза картофеля — *Rhizoctonia solani* [2—5] используют биопрепарат триходермин (триходермин — 1, 2, 3, 4). По результатам опытов, проведенных в ряде хозяйств нашей страны, применение триходермина снижало поражение огурцов белой гнилью почти в три раза и повышало урожай на 34,54%.

В Швеции запатентован биопрепарат, представляющий собой таблетированную биомассу *Trichoderma viride*. В США разработан гранулированный биопрепарат на основе *Trichoderma harzianum*. В Англии запатентован микрофунгицидный продукт, содержащий споры и мицелий *Trichoderma viride*. Многочисленные литературные данные свидетельствуют о высокой эффективности препаратов на основе гриба *Trichoderma*, применяющихся для борьбы с болезнями различных сельскохозяйственных культур [1; 6].

В сельском хозяйстве применяется не только препарат триходермин, но и сам продуцент в виде порошка, состоящего из спор и мицелия гриба.

По практическому применению рода *Trichoderma* большинство исследований связано с заболеванием сельскохозяйственных культур, с использованием этого рода в борьбе с фитопатогенами либо с использованием вторичных метаболитов, в частности фитогормонов, для стимуляции роста растений [1; 7].

В настоящее время еще существует проблема дефицита белка.

Внимание исследователей направлено на поиски белковых источников, как растительного, так и животного происхождения. Благодаря хорошему аминокислотному составу, весьма низкому содержанию нуклеиновых кислот, способности утилизировать сложные растительные субстраты некоторые исследователи рекомендуют использовать грибы рода *Trichoderma* в качестве источника белка. Микробиологическое производство белковых препаратов в нашей стране и за рубежом базируется в основном на углеводном сырье — гидролизатах древесины, отходах пищевой промышленности, сельского хозяйства и других. Однако, как считают отдельные авторы, более рациональна прямая конверсия целлюлозосодержащих отходов в белок путем выращивания микроскопических грибов. Изучены условия глубинного культивирования грибов рода *Trichoderma* на лигноцеллюлозных отходах сельского хозяйства — соломе, с целью получения белковой биомассы [8].

Известно, что колонизация корней растений видами *Trichoderma* вызывает изменения в метаболизме растений, которые в дальнейшем могут привести к усилению развития корневой системы, увеличению урожая и повышению сопротивления к абиотическим и биотическим факторам [9].

Грибы данного рода способны продуцировать антибиотики (виридин, глиотоксин и др.) в борьбе за пространство и субстрат, а также целый ряд ферментов, способных разрушать различные полисахариды (целлюлозу, гемицеллюлозу) и некоторые другие полимеры [10].

Доказано, что грибы рода *Trichoderma* способны улучшать плодородие и структуру почвы [10; 11]. Штаммы этих грибов гетерогенны по устойчивости к низким температурам. Во многих странах отобраны холодостойкие антагонистические штаммы, которые используют для защиты овощей и плодов от гнилей при температуре хранения +2—4 °С [12].

Некоторые российские и зарубежные биопрепараты на основе грибов рода *Trichoderma*, применяемые в сельском хозяйстве, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Некоторые российские и зарубежные биопрепараты на основе грибов рода *Trichoderma*, применяемые в сельском хозяйстве

Продуцент, ссылка автор. *	Название препарата	Препаративная форма	Патогенный микроорганизм	Страна производитель
<i>Tr. harzianum</i> штамм 18 (56) [13]	Глиокладин	Таблетки Жидкость Суспензионный концентрат Смачивающийся порошок	<i>Fusarium</i> sp., <i>Pythium</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp. <i>Verticillium dahlia</i> <i>Phytophthora infestans</i>	Россия, АБТ-групп
<i>Tr. harzianum</i> ВКМ-4099D [13]	Стернифаг	Смачивающийся порошок	<i>Fusarium</i> sp. <i>Pythium</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp.	Россия, Агро-БиоТехнология

Окончание таблицы 1

Продуцент, ссылка автор.*	Название препарата	Препаративная форма	Патогенный микроорганизм	Страна производитель
<i>Tr. harzianum</i> [14]	Ecotrich	Смачивающийся порошок	<i>Aspergillus</i> sp. <i>Cladosporium</i> sp. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Бразилия, Ballagro Agro Tecnologia
<i>Tr. harzianum</i> T-22 [15]	Trianum-G	Гранулы	Регулятор роста	Нидерланды Koppert B.V.
<i>Tr. harzianum</i> , T-22 [16]	RootShield	Смачивающийся порошок	<i>Pythium</i> sp. <i>Rhizoctonia</i> sp. <i>Fusarium</i> sp., <i>Thielaviopsis</i> <i>Cylindrocladium</i>	США, BioWorks
<i>Tr. harzianum</i> T-39 [17]	Trichodex	Смачивающийся порошок	<i>Botrytis</i> sp.	Китай, Makhteshim Agan Industries Ltd
<i>Tr. harzianum</i> (ATCC 20476) и + <i>Tr. polysporum</i> (ATCC 20475) [15]	Binab T	Смачивающийся порошок Гранулы	<i>Chondrostereum purpureum</i> , <i>Fusarium</i> sp. <i>Botrytis</i> sp. <i>Rhizoctonia</i> sp. <i>Sclerotium</i> sp. <i>Sclerotinia</i> sp.	Чили, AgroConnexion
<i>Tr. harzianum</i> T-35 + <i>Tr. harzianum</i> T-315 [15]	ROOT PRO	Порошок	<i>Pythium</i> sp., <i>Sclerotium rolfsi</i> , <i>Fusarium</i> sp., <i>Rhizoctonia solani</i> .	Израиль, Agriance
<i>Tr. viride</i> [15]	Trieco	Смачивающийся порошок	<i>Fusarium</i> sp., <i>Pythium</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp.	Индия, Ecosense Labs

Особый интерес к роду *Trichoderma* был проявлен после сообщения японских исследователей о биосинтезе фермента L-лизин- α -оксидаза из *T. viride* Y-244-2. Испытания в опытах *in vitro* показали перспективность использования его в онкологии [18].

На кафедре биохимии медицинского факультета под руководством академика Т.Т. Берёзова в течении многих лет проводились работы по поиску продуцента фермента L-лизин- α -оксидазы из триходермы. Был найден активный продуцент *Trichoderma harzianum* Rifai F-180.

Впервые в 1986 г. доказана возможность использования иммобилизованной L-лизин- α -оксидазы из этого штамма в создании ферментного анализатора ПЛАГ-1 для определения концентрации аминокислоты L-лизина при промышленном получении этой аминокислоты (аминокислота используется в качестве добавки в корм животных для повышения мясной продуктивности) [19].

Многочисленными исследованиями показана перспектива использования L-лизин- α -оксидазы (ЛО) из *Trichoderma harzianum* Rifai F-180 для лечения ряда онкологических и вирусных заболеваний [20].

Так, полученная субстанция ЛО обладала выраженным тормозящим влиянием на синтез ДНК, РНК и белка в культивируемых клетках карциномы яичника человека (Ca Ov) и лимфомы Беркитта (P3 H₁j) в опытах *in vitro*. Показательно, что клетки лимфомы Беркитта обладают большей чувствительностью к действию ЛО, чем клетки Ca Ov.

Перспективность использования исследуемой субстанции в энзимотерапии опухолей была подтверждена и другими экспериментами. Противоопухолевый эффект L-лизин- α -оксидазы выражался в значительном торможении роста аденокарциномы молочной железы Ca-755 и опухоли Льюис (3LL), в увеличении продол-

жительности жизни мышей с перевиваемыми лейкозами и излечении мышей с асцитной гепатомой 22А [21].

Исследования роговицы глаз кролика, пораженного герпесом, при лечении L-лизин- α -оксидазой из *Trichoderma harzianum* Rifai F-180 в концентрации 70 мкг/мл через сутки после заражения ВГП-1 (Вирус герпеса простого 1 типа) показало его высокую эффективность при лечении офтальмогерпеса: глаза кролика спустя 3—4 суток были практически здоровы при сопоставлении с глазами здорового кролика [22].

В последнее время исследования этого штамма доказали антимикоплазменную активность культуральной жидкости *Trichoderma harzianum* Rifai F-180, способность ингибировать рост *Mycoplasma hominis*.

Степень подавления роста зависила от посевной дозы микоплазм и используемой концентрации культуральной жидкости триходермы [23].

Весьма важные исследования были проведены совместно с д.б.н. В.Ф. Ларичевым (ФГБУ «ФНИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи», «Институт вирусологии им. Д.И. Ивановского» Минздрава России, Москва) с гомогенным препаратом L-лизин- α -оксидазы из *Trichoderma harzianum* Rifai F-180 в опытах *in vitro* на моделях вирусов Синдбис, клещевого энцефалита, Западного Нила, Тягиня и Дхори. В опытах *in vitro* установлена высокая активность L-лизин- α -оксидазы из триходермы на модели вируса клещевого энцефалита и отсутствие активности в отношении вирусов Синдбис, Западного Нила, Тягиня и Дхори [24].

Особое направление получило исследование использования продуктов метаболизма штамма и гомогенного фермента L-лизин- α -оксидазы из *Trichoderma harzianum* Rifai F-180 в агрономии.

Нами впервые была показана новая возможность использования продуктов метаболизма и фермента L-лизин- α -оксидазы из *Trichoderma harzianum* Rifai F-180 в качестве ингибитора некоторых особо опасных вирусных заболеваний растений. Были выбраны наиболее экономически значимые и особо опасные для растений вирусы: тосповирус некротической пятнистости бальзамина (*Impatiens necrotic spot tospovirus*) и неповирус кольцевой пятнистости табака (*Tobacco ringspot nepovirus*). В ходе исследований была разработана тест-система с использованием ПЦР для выявления антивирусного действия L-лизин- α -оксидазы на объектах растительного происхождения. Впервые установлена антивирусная активность культуральной жидкости *Trichoderma harzianum* Rifai штамм F-180 продуцента фермента L-лизин- α -оксидазы с активностью 2 Ед/мл по отношению к тосповирусу некротической пятнистости бальзамина и с активностью 1 Ед/мл по отношению к неповирусу кольцевой пятнистости табака [25].

Положительные результаты были получены при исследовании влияния продуктов метаболизма исследуемого штамма триходермы на особо опасные бактериальные заболевания растений: возбудителя бактериального ожога плодовых культур (*Erwinia amylovora*), возбудителя бактериальной пятнистости тыквенных культур (*Acidovorax citrulli*).

Можно рассматривать продукты метаболизма штамма F-180 *Trichoderma harzianum* Rifai как потенциальные субстанции для создания средств защиты против особо опасных заболеваний вирусного происхождения: тосповируса некро-

тической пятнистости бальзамина (*Impatiens necrotic spot tospovirus*), неповируса кольцевой пятнистости табака (*Tobacco ringspot nepovirus*) и особо опасных заболеваний бактериального происхождения: возбудителя бактериального ожога плодовых культур (*Erwinia amylovora*) и возбудителя бактериальной пятнистости тыквенных культур (*Acidovorax citrulli*).

Вполне очевидно, что в дальнейшем исследовании продуктов метаболизма триходермы раскроют нам новые возможности этого гриба в борьбе с особо опасными заболеваниями как человека, так и растений, что приведет к созданию средств защиты экологически чистых препаратов.

© Смирнова И.П., Каримова Е.В., Шнейдер Ю.А., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Алимова Ф.К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma*. Казань: КГУ, 2006.
- [2] Shaukat H. Effect of soil water pressures on population dynamics of *Fusarium equiseti*, *Glocladium virens*, *Talaromyces flavus* and *Trichoderma viride*, biocontrol agents of *Verticillium dahliae* in potatoes Oregon State University, 1994.
- [3] Hanson L.E. Reduction of *Verticillium* wilt symptoms in cotton following seed treatment with *Trichoderma virens* // *The Journal of Cotton Science*. 2000. Vol. 4. P. 224—231.
- [4] Sallam N., Abd Elrazik A.A., Hassan M., Koch E. Powder formulations of *Bacillus subtilis*, *Trichoderma* spp. and *Coniothyrium minitans* for biocontrol of Onion White Rot // *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. February, 2009. Vol. 42 (2). P. 142—147.
- [5] Rawat R., Lakshmi Tewar. Transmission electron microscopic study of the cytological changes in *Sclerotium rolfsii* parasitized by a biocontrol fungus *Trichoderma* sp. // *Mycology*. 2010. Vol. 1. No. 4. P. 237—241.
- [6] Бабицкая В.Г., Бухало А.С., Капич А.Н., Бузук О.В. Изучение условий глубинного культивирования гриба *Trichoderma viride* Rifai // *Микол. и фитопатол.* 1981. Т. 16. Вып. 2. С. 115—120.
- [7] Коломбет Л.В. Грибы рода *Trichoderma* — продуценты биопрепаратов для растениеводства // *Микология сегодня / под ред. Ю.Т. Дьякова, Ю.В. Сергеева*. М.: Национальная Академия микологии, 2007. Т. 1. С. 323—370.
- [8] Стахеев И.В., Бабицкая В.Г., Костина А.М., Вадецкии Б.Ю. Биоконверсия соломы миделиальными грибами // *Микол. и фитопатол.* 1984. Т. 28. Вып. 5. С. 396—400.
- [9] Vinale F., Sivasithamparam K., Ghisalberti E.L., Marra R., Woo S.L., Lorito M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions // *Soil Biology and Biochemistry*. 2008. Vol. 40. P. 1—10.
- [10] Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. *Trichoderma* species — opportunistic, avirulent plant symbionts // *Nature Reviews Microbiology*. 2004. Vol. 2. P. 43—56.
- [11] Wilson P.S., Ketola E.O., Ahvenniemi P.M., Lehtonen M.J., Valkonen J.P.T. Dynamics of soilborne *Rhizoctonia solani* in the presence of *Trichoderma harzianum*: effects on stem canker, black scurf and progeny tubers of potato // *Plant Pathology*. 2008. 5. P. 152—161.
- [12] Штерншис М.В., Джалилов Ф.С.-У., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений. М.: Колос С, 2004.
- [13] Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 4. М., 2013.
- [14] Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum* / Carvalho Daniel Diego Costa, Sueli Corrêa Marques de Mello, Murillo Lobo Júnior, Alaerson Maia Geraldine // *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2011. Vol. 46. No. 8.

- [15] *Trichoderma* based Products and their Widespread Use in Agriculture / Sheridan L. Woo, Michelina Ruocco, Francesco Vinale, Marco Nigro, Roberta Marra, Nadia Lombardi, Alberto Pascale, Stefania Lanzuise, Gelsomina Manganiello and Matteo Lorito // *The Open Mycology Journal*. 2014. 8 (Suppl–1, M4). P. 71—126.
- [16] Kabaluk Todd, Gazdik Katka. *Directory of Microbial Pesticides for Agricultural Crops in OECD Countries* // *Agriculture and Agri-Food*. Canada, 2005. P. 242.
- [17] *Trichoderma harzianum*: a biocontrol agent against *Bipolaris oryzae* / G.M. Abdel-Fattah, Y.M. Shabana, A.E. Ismail, M.R. Younes // *Mycopathologia*. 2007. Vol. 164. Issue 2. P. 81—89.
- [18] Kusakabe H., Kodama K., Kuninaka A., Yoshino H., Soda K. Effect of L-lysine- α -oxidase on youth of mouse leucemic cells // *Agr. Biol. Chem.* 1980. Vol. 44. P. 387—393.
- [19] Beresov T.T., Denis C.Y., Smirnova I.P. Regulation of biosynthesis and application of L-lysine- α -oxidase in enzyme electrode // *Intern. sympos. July 17—22, Paris. Biotechnology*. 1988. P. 161.
- [20] Смирнова И.П., Алексеев С.Б., Подборонов В.М. Изучения гелевой формы L-лизин- α -оксидазы на развитие офтальмогерпеса и герпетических поражений кожи // *Антибиотики и химиотерапии*. 2003. Т. 48. Вып. 11. С. 11—13.
- [21] Алексеев С.Б., Селищева А.А., Смирнова И.П., Подборонов В.М., Иванова А.А. Перспективы терапии онкологических заболеваний L-лизин- α -оксидазой триходермы // *Тезисы Международного конгресса по реабилитации в медицине и иммунореабилитации (Дубай, 24—27 апреля 2010 г.)*. Т. 12. № 2. С. 164—165.
- [22] Селищева А.А., Смирнова И.П., Алексеев С.Б., Подборонов В.М. Эффективность антигерпетического действия различных лекарственных форм L-лизин- α -оксидазы // *Антибиотики и химиотерапия*. 2003. Т. 48. Вып. 1. С. 9—12.
- [23] Смирнова И.П., Раковская И.В. Исследование антимикоплазменной активности культуральной жидкости *Trichoderma harzianum* Rifai F-180-продуцента противоопухолевого и противовирусного фермента L-лизин- α -оксидазы // *Антибиотики и химиотерапия*. 2014. Т. 59. № 11—12. С. 10—12.
- [24] Смирнова И.П., Ларичев В.Ф., Шнейдер Ю.А. Исследование активности L-лизин- α -оксидазы в опытах *in vitro* на моделях вирусов Синдбис, клещевого энцефалита, Западного Нила, Тягиня и Дхори // *Антибиотики и химиотерапия*. 2015. Т. 60. № 3—4. С. 3—5.
- [25] Smirnova P., Sheider Yu.A., Karimova E.V. *Trichoderma* L-Lysine- α -oxidase Producer Strain Culture Fluid Inhibits Impatiens Necrotic Spot Virus // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2016. Vol. 160. No. 3, January. VIROLOGY. P. 357—359.

SOME PERSPECTIVES OF USE METABOLITES OF THE GENUS *TRICHODERMA*

I.P. Smirnova, E.V. Karimova, Yu.A. Schneider

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

The article provides an overview of studies that focus on some perspectives of using the metabolites of the genus *Trichoderma*. These metabolites can be used in the creation of protection products in the fight against plant diseases viral or bacterial origin. In the article presents the work of Russian and foreign researchers.

Special attention is given to research the products of metabolism multifunctional strain of *Trichoderma harzianum* Rifai F-180, which are carried out over a number of years in the Medical Institute of the Peoples'

Friendship University of Russia at the department of Biochemistry, the use of the culture fluid of the saprophytic fungus and enzyme L-lysine- α -oxidase as an inhibitor of a number of highly dangerous human diseases and of highly dangerous plant diseases that have bacterial and viral origin.

Key words: *Trichoderma*, products of *Trichoderma*'s metabolism, L-lysine- α -oxidase

REFERENCES

- [1] Alimova F.K. Promyshlennoe primeneniye gribov roda *Trichoderma*. Kazan', KGU, 2006.
- [2] Shaukat H. Effect of soil water pressures on population dynamics of *Fusarium equiseti*, *Glocladium virens*, *Talaromyces flavus* and *Trichoderma viride*, biocontrol agents of *Verticillium dahliae* in potatoes Oregon State University, 1994.
- [3] Hanson L.E. Reduction of *Verticillium* wilt symptoms in cotton following seed treatment with *Trichoderma virens* // *The Journal of Cotton Science*. 2000. Vol. 4. P. 224—231.
- [4] Sallam N., Abd Elrazik A.A., Hassan M., Koch E. Powder formulations of *Bacillus subtilis*, *Trichoderma* spp. and *Coniothyrium minitans* for biocontrol of Onion White Rot. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2009. Vol. 42 (2). P. 142—147.
- [5] Rawat R., Lakshmi Tewar. Transmission electron microscopic study of the cytological changes in *Sclerotium rolfsii* parasitized by a biocontrol fungus *Trichoderma* sp. *Mycology*. 2010. Vol. 1. No. 4. P. 237—241.
- [6] Babickaja V.G., Buhalo A.C., Kapich A.N., Buzuk O.V. Izuchenie uslovij glubinnogo kul'tivirovaniya griba *Trichoderma viride* Rifai. *Mikol. i fitopatol.* 1981. T. 16. Vyp. 2. P. 115—120.
- [7] Kolombet L.V. Griby roda *Trichoderma* — producenty biopreparatov dlja rastenievodstva. *Mikologija segodnja*. Ed. Ju.T. D'jakova, Ju.V. Sergeeva. M.: Nacional'naja Akademija Mikologii. 2007. T. 1. S. 323—370.
- [8] Staheev I.V., Babickaja V.G., Kostina A.M., Vadeckii B.Ju. Biokonversija solomy micelial'nyh gibami. *Mikol. i fitopatol.* 1984. T. 28. Vyp. 5. S. 396—400.
- [9] Vinale F., Sivasithamparam K., Ghisalberti E.L., Marra R., Woo S.L., Lorito M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2008. Vol. 40. P. 1—10.
- [10] Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. *Trichoderma* species — opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*. 2004. Vol. 2. P. 43—56.
- [11] Wilson P.S., Ketola E.O., Ahvenniemi P.M., Lehtonen M.J., Valkonen J.P.T. Dynamics of soil-borne *Rhizoctonia solani* in the presence of *Trichoderma harzianum*: effects on stem canker, black scurf and progeny tubers of potato. *Plant Pathology*. 2008. 57. P. 152—161.
- [12] Shternshis M.V., Dzhililov F.S.-U., Andreeva I.V., Tomilova O.G. Biologicheskaja zashhita rastenij. M.: Kolos S, 2004.
- [13] Spisok pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh k primeneniju na territorii Rossijskoj Federacii. *Prilozhenie k zhurnalu «Zashhita i karantin rastenij» №4*. Moskva, 2013.
- [14] Carvalho Daniel Diego Costa, Sueli Corrêa Marques de Mello, Murillo Lobo Júnior, Alaerson Maia Geraldine. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2011. Vol. 46. No. 8.
- [15] Sheridan L. Woo, Ruocco M., Vinale F., Nigro M., Marra R., Lombardi N., Pascale A., Lanzuise S., Manganiello G., Lorito M. *Trichoderma* based Products and their Widespread Use in Agriculture. *The Open Mycology Journal*. 2014. 8 (Suppl. 1, M4). P. 71—126.
- [16] Kabaluk T., Gazdik K. Directory of Microbial Pesticides for Agricultural Crops in OECD Countries. *Agriculture and Agri-Food*. Canada, 2005. P. 242.
- [17] Abdel-Fattah G.M., Shabana Y.M., Ismail A.E., Younes M.R. *Trichoderma harzianum*: a biocontrol agent against *Bipolaris oryzae*. *Mycopathologia*. August 2007. Vol. 164. Iss. 2. P. 81—89.
- [18] Kusakabe H., Kodama K., Kuninaka A., Yoshino H., Soda K. Effect of L-lysine- α -oxydase on youth of mouse leucemic cells. *Agr. Biol. Chem.* 1980. Vol. 44. P. 387—393.
- [19] Beresov T.T., Denis C.Y., Smirnova I.P. Regulation of biosynthesis and application of L-lysine- α -oxidase in enzyme electrode. *Intern. sympos.* July 17—22, Paris. Biotechnology. 1988. P. 161.

- [20] Smirnova I.P., Alekseev S.B., Podboronov V.M. Izuchenija gelevoj formy L-lizin- α -oksidazy na razvitie oftal'mogerpesa i gerpeticheskikh porazhenij kozhi. *Antibiotiki i himioterapii*. 2003. Vol. 48. Issue 11. P. 11—13.
- [21] Alekseev S.B., Selishheva A.A., Smirnova I.P., Podboronov V.M., Ivanova A.A. Perspektivy terapii onkologicheskikh zabolevanij L-lizin- α -oksidazoj trihodermy. *Tezisy Mezhdunarodogo kongressa po rehabilitacii v medicine i immunorehabilitacii*. Dubaj, 24—27 aprelja 2010 g. Vol. 12. No. 2. P. 164—165.
- [22] Selishheva A.A., Smirnova I.P., Alekseev S.B., Podboronov V.M. Jeffektivnost' antigerpeticheskogo dejstvija razlichnyh lekarstvennyh form L-lizin- α -oksidazy. *Antibiotiki i himioterapija*. 2003. Vol. 48. Issue 1. P. 9—12.
- [23] Smirnova I.P., Rakovskaja I.V. Issledovanie antimikoplazmennoj aktivnosti kul'tural'noj zhidkosti *Trichoderma harzianum* Rifai F-180-producenta protivopuholevogo i antivirusnogo fermenta L-lizin- α -oksidazy. *Antibiotiki i himioterapija*. 2014. Vol. 59. No. 11—12. P. 10—12.
- [24] Smirnova I.P., Larichev V.F., Shnejder Ju.A. Issledovanie aktivnosti L-lizin- α -oksidazy v opytah in vitro na modeljah virusov Sindbis, kleshhevogo jencefalita, Zapadnogo Nila, Tjaginja i Dhori. *Antibiotiki i himioterapija*. 2015. Vol. 60. No. 3—4. P. 3—5.
- [25] Smirnova I.P., Shneider Yu.A., Karimova E.V. *Trichoderma* L-Lysine- α -ozidase Producer Strain Culture Fluid Inhibits *Impatiens Necrotic Spot Virus*. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2016. Vol. 160. No. 3, January. VIROLOGY. P. 357—359.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ

**В.И. Савич¹, С.Л. Белопухов¹, М.Е. Котенко²,
В.В. Гукалов³, П.И. Ильичева¹, Т.А. Федорова⁴**

¹РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

²Дагестанский государственный университет
просп. Имама Шамиля, 70, г. Махачкала, Республика Дагестан, 367015

³Кубанский государственный аграрный университет
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, Россия, 350044

⁴Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

В работе показано, что минералогический состав почв является фактором почвообразования при рассмотрении литологии на более низком иерархическом уровне. Минералогический состав определяет содержание и соотношение в почвах элементов питания и токсикантов, процессы ионного обмена, устойчивость почв к деградации, плодородие почв. Он является матрицей формирования почв и регулирует трансформацию, миграцию и аккумуляцию в почве вещества, энергии и информации внешней среды и антропогенного воздействия.

Ключевые слова: минералогический состав, плодородие, экологическое состояние

Введение. Минералогический состав почв в значительной степени определяет физико-химические, агрохимические свойства почв, а следовательно, протекающие процессы, режимы и модели плодородия. Он является матрицей формирования свойств почв [1], регулирует трансформацию, миграцию и аккумуляцию в почве вещества, энергии и информации внешней среды и антропогенного воздействия [2], коллоидно-химические характеристики [3; 4]. Следовательно, минералогический состав влияет на энергетическую оценку почв, а, следовательно, систем земледелия.

Однако несмотря на значительное количество фундаментальных исследований по влиянию минералогического состава на плодородие почв [7], данная проблема изучена недостаточно, что определяет отсутствие общепринятых показателей уточнения плодородия почв и степени доступности для растений биофильных элементов с учетом минералогического состава почв.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования выбраны дерново-подзолистые почвы Московской области разной степени окультуренности и удобренности пометом, каштановые почвы Дагестана с разным уровнем развития дигрессии и характеристиками, описанными ранее [8]. Методика исследования состояла в оценке минералогического состава почв по общепринятым стандартным методикам, в оценке физико-химических показателей почв [4; 5].

Результаты и обсуждение. Вильямс В.Р. писал, что сущность почвообразования — это синтез и разрушение органического вещества почв. Аналогичным образом можно констатировать, что сущность почвообразования — это трансформация, миграция и аккумуляция вещества, энергии и информации минералами.

При обобщении литературных данных и основываясь на анализе полученного нами экспериментального материала, выделяются следующие группы агроэкологической оценки минералогического состава почв как источника биофильных элементов и токсикантов, как сорбента, определяющего особенности ионного обмена в почвах, сорбцию молекул, газов и паров воды, как компонента геохимических барьеров в почвенном профиле, для уточнения обеспеченности почв элементами питания и ПДК токсикантов с учетом скорости перехода ионов из твердой фазы в раствор и депонирующей способности почв; для уточнения интенсивности слитизации, протекания реакций под давлением с учетом минералогического состава, как компонент, определяющий плотность заряда сорбционных мест, электрическое и магнитное поле в отдельных участках, влияющих на особенности химических и биохимических реакций, как носитель памяти и энергии, особенностей фракционного состава соединений почв, как компонент, обуславливающий структуру почв, как сорбент, вносимый в почву для оптимизации ее агроэкологического состояния.

С нашей точки зрения, необходимо введение корректировки в существующие градации обеспеченности почв элементами питания, оптимумов водно-физических свойств почв и предельно допустимых концентраций токсикантов с учетом преобладающих в почвах минералов, а именно:

1. Минералогический состав почв характеризуется вещественным составом отдельных минералов. Ряд минералов определяет содержание в почве биофильных элементов (содержание калия зависит от наличия в почве слюд, магния — от наличия вермикулита). Минералы группы гидроокисей почв (гетит, лимонит и т.д.) определяют степень базоидности почв и поглощение почвами фосфатов. Значительное влияние минералы оказывают на величину емкости поглощения почвами катионов (5 мг-экв на 100 г каолинита и до 80 мг-экв/100 г монтмориллонита).

Минералы определяют емкость поглощения почв и по типу физической сорбции. Так, удельная поверхность каолинита составляет 11 м²/г и емкость поглощения катионов 2—10 мг-экв/100 г, для монтмориллонита соответственно 310 м²/г и 80—150 мг-экв/100 г. Минералы типа 2 : 2 и 2 : 1 с разбухающим межпакетным пространством (от 7 до 20 Å) контролируют скорость перехода катионов из твердой фазы в раствор, гистерезис водных и физико-химических свойств почв [7].

Почвы разного минералогического состава отличаются по депонирующей способности. Содержание ионов в растворах десорбентов определяется эффективно-

ми произведениями растворимости осадков, константами нестойкости комплексов и константами ионного обмена, т.е. интенсивными параметрами. Эти показатели не полностью соответствуют содержанию подвижных ионов в твердой фазе почв, что может быть установлено с использованием метода радиоактивных индикаторов, при проведении последовательных вытяжек. При этом каждая последующая вытяжка вытесняет из почв более прочно связанные с твердой фазой ионы и их концентрация в равновесном растворе постепенно уменьшается.

При преобладании в почвах минералов типа 2 : 2 и 2 : 1 при одном и том же содержании иона в первой вытяжке его содержание в последовательных вытяжках убывает медленнее, чем при преобладании в почве каолинита. Например, по полученным нами данным, сумма фракций Са, вытесненного из чернозема 5 последовательными вытяжками 0,05 М НСl (500 мл на 10 г почв), составила 812 мг/100 г, а в дерново-подзолистой почве — 460 мг/100 г. Однако сумма вытесненных последовательными фракциями соединений железа составила в дерново-подзолистой почве 152 мг/100 г, а в черноземе — 116,2. Большая депонирующая способность по отношению к биофильным элементам и тяжелым металлам у черноземов по сравнению с дерново-подзолистыми почвами установлена в предыдущих исследованиях [8].

2. С нашей точки зрения, важное практическое значение имеет энергетическая оценка минералогического состава почв. Отдельные минералы характеризуются определенными значениями термодинамических величин ΔG , ΔH , ΔS . Энергия, аккумулированная в опаде растений при разложении растительных остатков, частично теряется и частично используется на образование более сложных вторичных продуктов с уменьшением энтропии (ΔS) и с увеличением энтальпии (ΔH), т.е. происходит запасание (накопление) энергии. При поступлении в недра Земли под большим давлением эта энергия освобождается, что частично обуславливает повышение температуры глубинных слоев литосферы [9]. Эта энергия используется и в процессах почвообразования [2].

Минералогический состав почв в значительной степени определяет процессы ионного обмена в почвах. Относительная энергия поглощения ионов почвами определяется одновременно наличием в сорбенте сорбционных мест, требующих высокой или низкой корреляции сорбата, величиной заряда сорбента и сорбата, способностью иона к образованию ионной и ковалентной связи, прочностью образуемой связи с балансом энергии при реакциях обмена. Поэтому ряды поглощения катионов отдельными почвами и минералами отличаются. С учетом прочности связи выделяется следующий ряд по прочности связи катионов с ППК: $Si^{4+} > Fe^{3+} > Al^{3+} > Mg^{2+} > H^+ > Ca^{2+} > Na^+ > K^+$.

Согласно опубликованным ранее материалам [5], при поглощении катионов минералами одновременно с тенденцией к образованию прочной связи существует тенденция к сохранению пространственного расположения силовых линий сорбционных мест. В связи с этим существует правило селективности сорбентов по отношению к катионам с определенным координационным числом. Для сорбционных мест, требующих высокой координации катионов, выделяется следующий ряд по вероятности поглощения катионов: $H^+ > NH_4^+ > K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} >$

$> \text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+}$. Селективность в поглощении катионов обусловлена также силой электростатического поля на сорбенте. На сорбентах с сильным электростатическим полем более вероятно поглощение катиона меньшего размера и с большей плотностью заряда.

На прочность связи катионов с ППК оказывает влияние наличие заместителей у атома кислорода, притягивающих или отталкивающих электроны (индуктивный и мезомерный эффект поглощенных катионов). Этим, в частности, обусловлено образование малонатриевых — магниевых солонцов [3; 4].

Минералогический состав определяет плотность заряда в почвах ацидоидов и базоидов и особенности известкования и гипсования почв [8]. Минералогический состав почв определяет также сорбцию фосфатов почвами и тепловой эффект сорбции [2].

3. Большое значение имеет информационная оценка минералогического состава почв. Информационная энтропия характеризует прямо и косвенно степень упорядоченности (хаотичности) системы. Примерно равное содержание гранулометрических фракций типично для систем, близких к хаотичным. Такие системы характеризуются как наиболее вероятное состояние. Предлагается для оценки емкости и структуры продукционно-экологических ресурсов почв учитывать способность их вещественного состава, энергетических и информационно-энтропийных свойств осуществлять продукционные и экологические функции.

Минералогический состав почв является трансформатором воздействующих на почву физических полей Земли и полей антропогенной природы. Он содержит память о предыдущих этапах почвообразования, дает информацию о протекающих процессах антропогенного воздействия на почву и, как фактор почвообразования на более низком иерархическом уровне, чем литология, определяет особенности эволюции почв.

Информационная функция минералогического состава почв изменяется при развитии почвообразовательных процессов.

4. Минералогический состав является фактором, корректирующим обеспеченность почв элементами питания, определяет буферные свойства почв, допустимые дозы внесения в почву удобрений и мелиорантов, токсикантов.

В ряде развитых стран градации обеспеченности почв элементами питания зависят от емкости катионного обмена. Так, по данным W.J. Weldkamp [10], оптимум содержания Zn, вытесненного из почв 0,1 н HCl, составляет при емкости поглощения почвами катионов $< 10 \text{ мг-экв}/100 \text{ г} > 1,0$, а при емкости поглощения почв $> 10 \text{ мг-экв}/100 \text{ г}$ — $> 7,0 \text{ ppm}$; а для P_2O_5 , извлекаемому из почв методом Ольсена, соответственно > 15 и > 20 , для Mn, извлекаемого раствором ДТРА, соответственно $> 1,0$ и $> 5 \text{ ppm}$.

В литературе отмечается, что минералогический состав почв необходимо учитывать при оценке оптимального содержания в почвах фосфатов [10; 11], при оценке опасности осолонцевания почв [6].

Проведенными нами исследованиями установлена необходимость учета минералогического состава при загрязнении почв тяжелыми металлами, при оценке устойчивости почв к эрозии, оглеению, оподзаливанию.

Минералогический состав почв определяет опасность загрязнения почв биологически активными элементами. Так, при низком содержании гумуса пониженная удерживающая способность почв по отношению к данным элементам отмечается при преобладании в почве каолинита и галлуазита, средняя — при преобладании иллита и смектита, высокая — при преобладании аллофана и минералов группы полуторных окислов.

По данным Н. Pagel [11], при преобладании в почвах каолинита и свободных оксидов емкость поглощения почв меньше 20 мг-экв/100 г, при преобладании иллита и каолинита — 20—40, при преобладании иллита и монтмориллонита — 40—60, при преобладании монтмориллонита и иллита — 60—80.

5. Важное практическое значение имеет прогноз изменения минералогического состава почв при антропогенном воздействии. Изменение минералогического состава при внесении удобрений обусловлено накоплением энергии в почве, трансформацией минералов в зависимости от содержания калия и pH среды, комплексообразующей способностью водорастворимого органического вещества разлагающихся растительных остатков и применяемых органических удобрений. Однако действие этих независимых переменных на изменение минералогического состава почв обусловлено их сочетанием и свойствами почв.

Окультуривание почв приводит к изменению минералогического состава. По полученным нами данным, при окультуривании почв в течение 18 лет — внесении ежегодно навоза 10 т/га и минеральных удобрений для получения урожая пшеницы в расчете на использование 3% ФАР — произошли следующие изменения в минералогическом составе почв.

Распределение илистой фракции по профилю почв изменилось с элювиального на элювиально-иллювиальное. Аналогичные изменения произошли в отношении смектитового компонента. Относительно увеличилось количество 7 Å фазы, представленной хлоритом в большей мере, чем в контроле. 7 Å компонент увеличился в пахотном слое за счет увеличения участия хлорита, уменьшились интенсивности рефлексов от слоистых силикатов, что обусловлено увеличением количества органического вещества в илистой фракции и увеличением роли высокодисперсного кварца. Это иллюстрируется данными табл. 1.

Таблица 1

**Изменение минералогического состава
дерново-подзолистой почвы при окультуривании, Ап ***

pH	Гумус, %	K ₂ O, мг/100 г	S, мг-экв на 100 г	7 Å	10 Å	18 Å
слабоокультуренная почва						
4,3	1,4	6,0	9,0	3,0	6,8	2,0
хорошо окультуренная + NPK на 3% ФАР						
5,9	2,8	17,0	12,0	4,5	9,0	2,5

Примечание: * основные фазы (в %) для почвы в целом; пик 7Å обусловлен каолинит хлоритом, 10Å — гидрослюдами, 18Å — смектитом.

В исследуемых почвах энергоемкость гумуса в ккал/га составляла для слабоокультуренных почв 815—880 млн кДж/га, для хорошо окультуренной + NPK —

1190—1400 млн кДж/га, энергоемкость почв соответственно 1470 и 2160—2350 млн кДж/га, поступало энергии в почву с послеуборочными остатками в OK_1 — 49 млн кДж/га, в $OK_3 + NPK$ — 100—102 млн кДж/га. Соответственно, урожай зерна озимой пшеницы на этих почвах составлял 16,2 ц/га и 37,8 ц/га.

При применении высоких доз органических удобрений также отмечается изменение минералогического состава почв. Так, для дерново-подзолистых среднесуглинистых почв Московской области при внесении помета с опилками в дозе 1000 т/га по сравнению с дозой 100 т/га отмечалось уменьшение илистой фракции, увеличение относительного содержания каолинита + хлорита, гидрослюда, слюдосмектитов с низким содержанием смектитовых пакетов, уменьшение содержания слюдо-смектитов с высоким содержанием смектитовых пакетов и слюдовермикулита. При этом отмечалось и увеличение количества тонкодисперсного кварца. При очень высокой дозе помета увеличилась интенсивность общего рефлекса 4,4 Å, что свидетельствует о высоком содержании в илистой фракции рентгеноаморфных веществ различной природы (продуктов разрушения минералов и органического вещества) (табл. 2).

Таблица 2

Изменение минералогического состава илистой фракции дерново-подзолистых почв при внесении сверхвысоких доз помета, Ап

Ил, %	Каолинит-хлорит	Гидрослюда	Смешанно-слоистые образования*		
			12Å	14Å	17Å
средняя доза помета					
16,9	7,3	33,0	2,8	23,8	33,1
сверхвысокая доза помета					
9,6	8,2	71,0	0,3	9,3	5,1

Примечание: * 12Å — слюда-смектит с низким содержанием смектитовых пакетов; 14Å — слюда-вермикулит, 17Å — слюда смектит с высоким содержанием смектитовых пакетов.

По полученным данным, под влиянием повышенных доз калия, аммония, высоких доз органических удобрений происходит разрушение слоистых силикатов, накопление функционально инертных минералов типа кварца, полевых шпатов, плагиоклазов, слюд диоктаэдрического типа.

Как установлено в производственных опытах, при внесении куриного помета до 1000 т/га в дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах происходило разрушение смешанно-слоистых образований слюда-смектитового типа с высоким содержанием смектитовых пакетов; частичная деградация гидрослюд и хлоритов с выносом катионов калия и магния из решеток.

Различают положительную и отрицательную трансформацию минералов. При положительной трансформации происходит рост кристаллической решетки и присоединение вещества — это хлоритизация и иллитизация. При отрицательной трансформации происходит в связи с выветриванием вынос вещества.

В соответствии с прочностью связи и миграционной способностью элементов, при разрушении кристаллических решеток глинистых минералов из них сначала выщелачиваются межпакетные щелочные катионы, затем щелочно-земельные ка-

тионы, занимающие межпакетные и октаэдрические позиции. В условиях кислой реакции среды и фульватного гумуса в дальнейшем происходит потеря из кристаллических решеток минералов ионов алюминия и железа [10].

По данным Т.А. Соколовой, наиболее распространенные в почвах глинистые минералы располагаются по устойчивости к разрушению в следующий ряд: триоктаэдрические слюды и хлориты < диоктаэдрические слюды < вермикулиты < монтмориллониты < почвенные хлориты < каолиниты. В то же время для отдельных регионов и пород ряды трансформации несколько отличаются. Это прогнозируется по составу почвенных растворов и условиям среды.

Изменение минералогического состава почв под влиянием сельскохозяйственного использования в зависимости от характера и интенсивности антропогенного воздействия будет происходить в разных направлениях. Это иллюстрируют данные, полученные нами для почв предгорий Дагестана.

По данным, полученным для каштановых почв, увеличение пастбищной нагрузки от 1 до 4 овец на 1 га вызывало дигрессию почв и изменение минералогического состава почв. Это подтверждается данными табл. 3.

Таблица 3

Изменение гумусового состояния и минералогического состава каштановых почв в зависимости от пастбищной нагрузки

Вариант выпаса овец на 1 га	Сгк/Сфк	Сгк (1), % от Σ	Сфк (1) % от Σ	% от Σ		
				каолинит + хлорит	иллит	лабильные силикаты
0—1	1,0 ± 0,01	2,9 ± 0,1	0,8 ± 0,03	23,5 ± 0,5	41,7 ± 9,1	22,5 ± 3,1
2—4	0,9 ± 0,01	3,5 ± 0,5	1,5 ± 0,1	24,8 ± 0,8	51,7 ± 1,3	23,5 ± 1,5

Увеличение пастбищной нагрузки привело к разрушению структуры почвы и некоторой потере илистой фракции. При этом несколько уменьшилось отношение Сгк/Сфк, увеличилась доля гуминовых и фульвокислот 1-й фракции, в минералогическом составе несколько увеличилась доля иллита. При выпасе 1 овцы в слое 0—5 см доля каолинита и хлорита в минералогическом составе составляла 24%, лабильных силикатов — 16%, при выпасе 3 овец соответственно 26% и 22%.

При избыточном выпасе уменьшается содержание биомассы на 1 га, но увеличивается количество поступающего в почву навоза. При этом происходит и вытаптывание почв, их уплотнение, потеря структуры. Так, количество экскрементов в ц/га составляло при выпасе 1 овцы — 8,9, а при выпасе 4 овец — 14,8. Структура надземной фитомассы в ц/га составляла при выпасе 1 овцы — весной эфемеров 4,4 ц/га, а при выпасе 4 овец — 3,0. Всего мертвой растительной массы было при выпасе 1 овцы весной 48,6, летом — 34,7 и осенью — 64,1 ц/га, а при выпасе 4 овец соответственно 37,4; 28,4 и 42,2 ц/га.

Данные литературных источников подтверждают установленные зависимости.

6. С учетом изложенного практический интерес представляют приемы оптимизации свойств почв при внесении в них определенных минералов.

Как было показано ранее, внесение в почвы цеолита уменьшило миграцию ионов аммония [14]. В зависимости от дозы внесения цеолит уменьшил потери аммиачного азота от 40 до 70%. Цеолит сорбировал ионы фтора при внесении в почву фосфогипса. При этом сорбция ионов фтора составляла от 25 до 1000 мг/100 г. Внесение цеолита совместно с фосфогипсом или после внесения фосфогипса уменьшило и поступление фтора в растения.

По полученным нами данным, внесение в почвы цеолита значительно увеличило длину проростков (в почвах легкого гранулометрического состава от $8,5 \pm 0,7$ см до $12,9 \pm 1,0$ и в почвах тяжелого гранулометрического состава от $11,5 \pm 1,1$ до $15,0 \pm 1,7$ см). При этом увеличилась и влажность завядания почв для легкого суглинка от $2,6 \pm 0,4$ до $3,9 \pm 0,6$ и для тяжелого суглинка от $3,2 \pm 0,2$ до $5,2 \pm 0,7\%$. Eh (мВ) изменилось от $187,7 \pm 8,7$ мВ по ХСЭ до $143,7 \pm 33,1$ для легкого суглинка и от $199,2 \pm 11,9$ до $186,7 \pm 6,8$ — для тяжелого суглинка. Внесение в почву прослойки цеолита, насыщенной стимуляторами, увеличило длину стеблей в 4 раза и уменьшило влажность завядания в 3 раза [14].

Заключение. Таким образом, минералогический состав почв определяет трансформацию, миграцию и аккумуляцию вещества, энергии и информации в почве и является фактором почвообразования при рассмотрении литологии на более низком иерархическом уровне. Его необходимо учитывать при оценке обеспеченности почв элементами питания, при оценке степени загрязнения почв, при прогнозе влияния почв на компоненты экологической системы. Влияние антропогенного воздействия на трансформацию минералогического состава почв определяется рН, Eh, ионной силой растворов, комплексообразующей способностью мигрирующих растворов. Показано изменение минералогического состава почв от доз навоза и минеральных удобрений, от сверхвысоких доз помета, от степени дигрессии почв при выпасе овец.

Экспериментальными исследованиями установлено положительное влияние внесения в почву цеолита на уменьшение миграции в почве ионов NH_4^+ , K^+ , Sr^{2+} , F^- , увеличение влажности почв, улучшение развития растений.

© Савич В.И., Белопухов С.Л., Котенко М.Е., Гукалов В.В., Ильичева П.И., Федорова Т.А., 2016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О. Матричная организация почв. М.: Рузаки, 2001.
- [2] Савич В.И., Сычев В.Г., Замаев А.Г. Энергетическая оценка плодородия почв. М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2007.
- [3] Шнее Т.В., Кончиц В.А., Шевченко А.А., Белопухов С.Л. Исследование коллоидно-химических свойств зональных и солонцовых почв Омской области // Бултеровские сообщения. 2010. Т. 21. № 7. С. 74—77.
- [4] Шнее Т.В., Старых С.Э., Фёдорова Т.А., Маслова М.Д., Белопухов С.Л., Шевченко А.А. Изменение физико-химических свойств почвенных коллоидов в зависимости от ионного состава почвенного поглощающего комплекса // Плодородие. 2014. № 3 (78). С. 33—35.

- [5] Савич В.И., Белопухов С.Л., Никиточкин Д.Н., Филиппова А.В. Новые методы очистки почв от тяжелых металлов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2013. № 4 (42). С. 216—218.
- [6] Хитров Н.Б. Генезис, диагностика, свойства и функционирование глинистых набухающих почв Центрального Предкавказья. М.: РАСХН, 2003.
- [7] Чижикова Н.П. Изменение минералогического состава тонких фракций почв под влиянием агротехногенеза // *Почвоведение*. 2002. № 7. С. 867—875.
- [8] Панов Н.П., Савич В.И., Шестаков Е.И. Экологически и экономически обоснованные модели плодородия почв. М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2014.
- [9] Лебедев В.И. К проблеме аккумуляции солнечной энергии кристаллическим веществом Земли, АН СССР, 1953.
- [10] Veldkamp W.J., Traore A.N. Fertilité des sols du Mali, mali Sud office de Niger interpretation des donnees analytiques des sols et plantes. Amsterdam, Pays-bas, 1991.
- [11] Pagel H., Horst M. Pflanzennahrstoffe in tropical, Boden ihre Bestimmung und bewertung. Berlin, 1982.

AGROECOLOGICAL ESTIMATION OF THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF THE SOIL

**V.I. Savich¹, S.L. Belopukhov¹, M.E. Kotenko²,
V.V. Gukalov³, P.I. Ilicheva¹, T.A. Fedorova⁴**

¹Russian State Agrarian University — MTTA named after K.A. Timiryazev
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

²Dagestan State Technical University
prosp. Imama Shamilja, 70, g. Mahachkala, Respublika Dagestan, 367015

³The Kuban State Agrarian University
Kalinina str., 13, g. Krasnodar, Russija, 35004

⁴Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

It is shown that the mineralogical composition of the soil is a factor when considering the lithology of soil at a lower hierarchical level. The mineralogical composition and determines the content ratio in the soil of nutrients and toxicants, ion exchange processes, soil resistance to degradation of soil fertility. It is the matrix of the formation of soil and regulates the transformation, migration and accumulation in soil of substances, energy and information of environmental and human impact.

Key words: mineralogical composition, fertility, ecological-mechanical state

REFERENCES

- [1] Zubkova T.A., Karpachevskij L.O. *Matrichnaja organizacija pochv*. M., Rusaki, 2001.
- [2] Savich V.I., Sychev V.G., Zamaraev A.G. *Jenergeticheskaja ocenka plodorodija pochv*. M., RGAU-MSHA, VNIIA, 2007.
- [3] Shnee T.V., Konchic V.A., Shevchenko A.A., Belopuhov S.L. *Issledovanie kolloidno-himicheskikh svojstv zonal'nyh i soloncovyh pochv Omskoj oblasti. Butlerovskie soobshhenija*. 2010. T. 21. № 7. С. 74—77.

- [4] Shnee T.V., Staryh S.Je., Fjodorova T.A., Maslova M.D., Belopuhov S.L., Shevchenko A.A. Изменение физико-химических свойств почвенных коллоидов в зависимости от ионного состава почвенного поглощающего комплекса. *Плodorodie*. 2014. № 3 (78). С. 33—35.
- [5] Savich V.I., Belopuhov S.L., Nikitochkin D.N., Filippova A.V. Novye metody ochildki pochv ot tzhazhelyh metallov. *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. № 4 (42). С. 216—218.
- [6] Hitrov N.B. Genezis, diagnostika, svojstva i funkcionirovanie glinistyh nabuhajushhih pochv Central'nogo Predkavkaz'ja. M., RASHN, 2003.
- [7] Chizhikova N.P. Изменение минералогического состава тонких фракций почв под влиянием агротехногенеза. *Pochvovedenie*. 2002. № 7. С. 867—275.
- [8] Panov N.P., Savich V.I., Shestakov E.I. Jekologicheski i jekonomicheski obosnovannye modeli plodorodija pochv. M., RGAU-MSHA, VNIIA, 2014.
- [9] Lebedev V.I. K probleme akumuljarii solnechnoj jenergii kristallicheskim veshhestvom Zemli. AN SSSR, 1953.
- [10] Veldkamp W.J., Traore A.N. Fertilité des sols du Mali, mali Sud office de Niger interpretation des donnes analytiques des sols et plantes. Amsterdam, Pays-bas, 1991.
- [11] Pagel H., Horst M. Pflanzennahrstoffe in tropical, Boden ihre Bestimmung und bewertung. Berlin, 1982.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ — МСХА ИМ.К.А. ТИМИРЯЗЕВА ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Э.А. Довлетярова¹, Л.В. Мосина², П.А. Петровская¹

¹Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

²РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

Тяжелые металлы, циркулирующие в биосфере, оказывают огромное отрицательное влияние на компоненты экосистемы. Однако при этом реальную опасность загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) представляют не валовые содержания металлов, а их подвижные формы, так как последние практически определяют накопление элементов в фитомассе и влияют на биологическую активность почв. Между тем изученность этого вопроса очень слабая. Практически не изученным является влияние уплотнения почвы на подвижность ТМ. В этой связи на участках леса с неодинаковой антропогенной нагрузкой нами были проведены исследования, которые показали зависимость различных по прочности связи форм токсичных тяжелых металлов от уплотнения почвы. Плотность сложения почвенного профиля во многом определяет формирование почвенных режимов — водно-воздушного, температурного, окислительно-восстановительного, биохимического и оказывает часто решающее влияние на проявление почвенных основных экологических функций, условия роста, развития и продуктивность растений, жизнедеятельность микроорганизмов и почвенной фауны.

Ключевые слова: тяжелые металлы (ТМ), плотность почвы, миграция ТМ, подвижность ТМ, антропогенная нагрузка

При проведении почвенного обследования на постоянных пробных площадях Лесной опытной дачи Российского государственного аграрного университета — Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева было отмечено, что на участках леса с преобладанием лиственницы в составе насаждений почва имеет очень рыхлое сложение, а в научных публикациях эта порода отмечается в условиях Лесной опытной дачи МСХА как самый жизнестойкий лесообразователь [4]. Ввиду того, что уплотнению подвергается поверхностный слой почвы, исследования объемной массы проводили для верхнего 6-сантиметрового слоя почвы. Лиственница обладает разрыхляющим почву свойством, что в сочетании с высокой пыле- и газоустойчивостью может делать ее хорошим лесообразователем в зонах повышенной рекреации. Были получены достоверные различия величины плотности почвы в зависимости от видового состава древесных пород и установлены разуплотняющие действия лиственничных древостоев на почву [1].

Установленная способность лиственницы разрыхлять почву и вместе с тем выявленное влияние уплотнения почвы на подвижность тяжелых металлов позволили проверить эту связь на примере лиственничных древостоев.

С этой целью были подобраны и проанализированы пробные площади в лиственничных фитоценозах. Для сравнения разуплотняющего действия данной породы были изучены сосновые древостои. При выборе пробных площадей подбирались такие, где насаждения идентичны или близки по технологии посадки, составу, возрасту, и произрастающие в пределах одного почвенного типа [7].

Почвы под изученными насаждениями представлены одним почвенным типом — дерново-подзолистым и, несмотря на значительное сходство, имеют существенные различия по величине плотности, что связано с разрыхляющим действием лиственницы [2].

Результаты исследования форм ТМ в почве под насаждениями ЛОД МСХА (табл. 1—4) показали значительные различия в поведении тяжелых металлов в лиственничных и сосновых фитоценозах. Причем наибольшие различия отмечаются для свинцового и кадмиевого загрязнений (табл. 1—3). Как общая закономерность наблюдается уменьшение подвижных форм Pb и Cd под лиственничными древостоями. Сумма фракций обменного (вытяжка $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) и условно доступного (вытяжка $\text{CH}_3\text{COONH}_4$) свинца, т.е. сумма подвижных форм данного элемента, в лиственничных экосистемах составляет 48,7—53,5% от валового, что на 15—20% меньше доли подвижного Pb в сосновых древостоях. Причем в составе подвижных фракций под лиственничниками доля наиболее мобильного свинца (вытяжка $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) значительно ниже, чем в сосняках, и составляет соответственно 27,3—36% и 45—46% [3].

Аналогичная зависимость установлена и в отношении кадмия. Под лиственничными древостоями содержание его подвижных форм колеблется от 59 до 66%, в то время как под сосновыми фитоценозами данная фракция составляет 78—81%. Снижение содержания легкодоступных форм тяжелых металлов в почвах под лиственничными древостоями уменьшает опасность поступления токсикантов в растения и тем самым сохраняет экологические функции данных фитоценозов. В поведении меди и цинка под изученными древесными породами существенных различий не установлено [5]. Таким образом, результаты проведенных исследований подтвердили взаимосвязь плотности почвы с подвижностью Pb. Аналогичная зависимость выявлена и для Cd.

Таблица 1

**Формы свинца в почвах насаждениями ЛОД МСХА
(в верхнем 6-сантиметровом гумусовом слое)**

Квартал, пробная площадь	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		$\text{CH}_3\text{COONH}_4$		1н HCL		6н HCL		Σ мг/кг	Содержание подвижного свинца, %
	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%		
Сосновые древостои										
4А	18,00 ± ± 1,21	45,0	9,85 ± ± 0,81	24,7	9,92 ± ± 0,64	24,7	2,25 ± ± 0,15	5,7	40,7	69,5
4Е	20,55 ± ± 2,00	46,1	10,05 ± ± 0,9	24,4	10,85 ± ± 0,81	24,4	3,05 ± ± 0,24	6,8	44,50	68,7
Лиственничные древостои										
5P ₁	11,10 ± ± 0,94	35,8	5,20 ± ± 0,41	16,7	11,85 ± ± 0,91	38,0	2,85 ± ± 0,15	9,2	31,00	52,0
5P ₂	12,65 ± ± 1,01	36,0	5,55 ± ± 0,43	15,9	13,1 ± ± 0,94	37,6	3,50 ± ± 0,24	10,0	34,80	51,9
7П	17,23 ± ± 1,10	27,3	13,54 ± ± 0,01	21,4	27,84 ± ± 1,74	44,2	4,40 ± ± 0,36	7,0	63,01	48,7
4К	18,11 ± ± 1,34	35,4	7,20 ± ± 0,54	14,1	22,10 ± ± 1,56	43,2	3,70 ± ± 0,27	7,25	51,11	53,5
11К	15,05 ± ± 1,28	31,0	9,27 ± ± 0,84	19,2	20,43 ± ± 1,56	40,3	3,55 ± ± 0,24	9,3	48,30	50,2

Примечание. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — обменные формы; $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ — условно доступные формы; 1н HCL — потенциально доступные (потенциально подвижные); 6н HCL — труднодоступные формы. Концентрацию подвижного свинца определяли путем суммирования концентрации Pb в вытяжках $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{CH}_3\text{COONH}_4$.

Таблица 2

**Формы кадмия в почвах насаждениями ЛОД МСХА
(в верхнем 6-сантиметровом гумусовом слое)**

Квартал, пробная площадь	Ca(NO ₃) ₂		CH ₃ COONH ₄		1н HCL		6н HCL		Σ мг/кг	Содержание подвижного кадмия, %
	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%		
Сосновые древостои										
4А	1,70 ± ± 0,05	68,0	0,25 ± ± 0,08	10,0	0,35 ± ± 0,04	14,0	0,20 ± ± 0,012	8,0	2,5	78,0
4Е	1,75 ± ± 0,10	69,4	0,30 ± ± 0,02	11,9	0,35 ± ± 0,05	12,7	0,15 ± ± 0,01	2,55	2,55	81,3
Лиственничные древостои										
5Р ₁	1,15 ± ± 0,075	50,0	0,31 ± ± 0,04	13,4	0,60 ± ± 0,04	26,1	0,25 ± ± 0,05	10,9	2,3	63,4
5Р ₂	1,00 ± ± 0,01	44,4	0,39 ± ± 0,02	17,3	0,61 ± ± 0,02	27,1	0,29 ± ± 0,02	12,9	2,25	61,4
7П	1,30 ± ± 0,10	55,3	0,25 ± ± 0,04	10,6	0,55 ± ± 0,05	23,4	0,25 ± ± 0,01	10,6	2,35	59,0
11 К	1,15 ± ± 0,08	54,7	0,21 ± ± 0,04	10,0	0,50 ± ± 0,04	23,8	0,24 ± ± 0,08	11,5	2,10	66,6

Примечание. Ca(NO₃)₂ — обменные формы; CH₃COONH₄ — условно доступные формы; 1н HCL — потенциально доступные (потенциально подвижные) формы; 6н HCL — труднодоступные формы; концентрацию подвижного Cd определяли путем суммирования концентрации Си в вытяжках Ca(NO₃)₂ и CH₃COONH₄.

Таблица 3

**Формы меди в почвах насаждениями ЛОД МСХА
(в верхнем 6-сантиметровом гумусовом слое)**

Квартал, пробная площадь	Ca(NO ₃) ₂		CH ₃ COONH ₄		1н HCL		6н HCL		Σ мг/кг	Содержание подвижной меди, %
	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%		
Сосновые древостои										
4А	1,90 ± ± 0,51	16,7	1,00 ± ± 0,05	8,8	6,10 ± 0,04	53,7	2,35 ± ± 0,025	20,7	11,35 ± ± 0,16	25,5
4Е	1,95 ± ± 0,091	14,8	1,00 ± ± 0,05	7,6	7,45 ± 0,07	56,4	2,80 ± ± 0,15	21,2	13,20 ± ± 0,80	22,4
Лиственничные древостои										
5Р ₁	1,70 ± ± 0,04	21,5	0,70 ± ± 0,05	8,8	3,15 7,45 ± ± 0,01	39,6	2,35 ± ± 0,04	29,6	7,95 ± ± 0,14	21
5Р ₂	1,50 ± ± 0,02	17,8	0,70 ± ± 0,05	8,3	4,40 ± ± 0,10	52,0	1,85 ± ± 0,05	21,9	8,45 ± ± 0,22	26
7П	1,55 ± ± 0,1	7,3	1,05 ± ± 0,06	5,0	13,20 ± ± 0,76	62,2	5,40 ± ± 0,36	25,5	21,20 ± ± 1,94	12
11 К	1,80 ± ± 0,05	12,8	1,25 ± ± 0,05	8,9	8,20 ± ± 0,10	58,3	2,80 ± ± 0,06	19,9	14,05 ± ± 1,06	22

Примечание. Ca(NO₃)₂ — обменные формы; CH₃COONH₄ — условно доступные формы; 1н HCL — потенциально доступные (потенциально подвижные) формы; 6н HCL — труднодоступные формы; содержание подвижной меди определяли путем суммирования концентрации Си в вытяжках Ca(NO₃)₂ и CH₃COONH₄.

**Формы цинка в почвах насаждениями ЛОД МСХА
(в верхнем 6-сантиметровом гумусовом слое)**

Квартал, пробная площадь	Ca(NO ₃) ₂	CH ₃ COONH ₄	1н HCL	6н HCL	Σ мг/кг	Содержа- ние под- вижного цинка, %
	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг		
Сосновые древостои						
4А	8,15 ± 0,65	12,40 ± 0,08	27,45 ± 1,05	28,70 ± 1,9	76,70 ± 1,9	26,8
4Е	8,20 ± 0,1	20,30 ± 1,64	46,45 ± 3,8	41,40 ± 3,1	116,35 ± 10,3	25
Лиственничные древостои						
5Р ₁	5,15 ± 0,33	3,60 ± 0,21	28,20 ± 1,96	28,45 ± 2,02	71,40 ± 3,8	20
5Р ₂	5,25 ± 0,45	7,65 ± 0,54	35,25 ± 2,86	27,50 ± 1,84	75,65 ± 4,2	17
7П	7,40 ± 0,64	18,50 ± 1,53	68,90 ± 5,44	99,30 ± 8,41	194,10 ± 11,6	13
11 К	5,40 ± 0,41	13,55 ± 1,02	20,65 ± 1,64	31,35 ± 2,58	70,95 ± 5,4	27

Примечание. Ca(NO₃)₂ — обменные формы; CH₃COONH₄ — условно доступные формы; 1н HCL — потенциально доступные (потенциально подвижные) формы; 6н HCL — труднодоступные формы; содержание подвижной меди определяли путем суммирования концентрации цинка в вытяжках Ca(NO₃)₂ и CH₃COONH₄.

Чистые лиственничные древостои (10 Лц) по сравнению с сосновыми снижают подвижные формы (вытяжки Ca(NO₃)₂ и CH₃COONH₄) данных элементов на 15—20%. Полученные результаты раскрывают один из механизмов, определяющих высокую продуктивность и устойчивость лиственницы в условиях повышенного антропогенного воздействия [6].

На ЛОД эта древесная порода формирует высшие бонитеты — 1а и даже 1б. Этот механизм заключается в снижении одних из наиболее опасных тяжелых металлов — свинца и кадмия в результате разуплотняющего действия данной древесной породы. Выявленную особенность лиственницы необходимо учитывать при подборе древесных пород в рекреационных целях для крупных промышленных городов.

© Довлетярова Э.А., Мосина Л.В., Петровская П.А., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Довлетярова Э.А. Динамика численности основных групп микробного населения под насаждениями дубравы сосны с березой в условиях различного антропогенного загрязнения // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. № 1. М.: РУДН, 2006. С. 17—21.
- [2] Довлетярова Э.А. Состояние системы «почва—растение» в условиях города. М.: РУДН, 2006.
- [3] Довлетярова Э.А., Столярова А.Г., Мосина Л.В. Влияние городской среды на загрязнение почв тяжелыми металлами в зависимости от состава и возраста лесных древостоев (на примере лесной опытной дачи РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева) // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. № 5. М.: РУДН, 2012. С. 101—108.

- [4] Мосина Л.В. Антропогенное изменение лесных экосистем в условиях мегаполиса Москва: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. 2003.
- [5] Мосина Л.В., Довлетярова Э.А. Микробиологическая диагностика проблемных экологических ситуаций на объектах рекреационного пользования // Вестник РУДН. Серия: Агронимия и животноводство. № 5. М.: РУДН, 2013. С. 130—140.
- [6] Мосина Л.В., Довлетярова Э.А., Андриенко Т.Н. Лесная опытная дача РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева как объект экологического мониторинга лесных и лесопарковых ландшафтов мегаполиса Москва. М.: РУДН, 2014.
- [7] Мосина Л.В., Довлетярова Э.А., Петровская П.А. Микробиологическая оценка состояния лесных и лесопарковых экосистем // Вестник РУДН. Серия: Агронимия и животноводство. № 4. М.: РУДН, 2015. С. 42—51.

**SOIL-ECOLOGICAL CHARACTERISTIC
OF THE FOREST EXPERIMENTAL STATION
OF RUSSIAN STATE AGRARIAN UNIVERSITY OF MOSCOW
AGRICULTURAL ACADEMY BY K.A. TIMIRYAZEV
UNDER PLANTINGS IN THE CONDITIONS
OF VARIOUS ANTHROPOGENOUS LOADING**

E.A. Dovletyarova¹, L.V. Mosina², P.A. Petrovskaya¹

¹Peoples' Friendship University of Russia
Miklucho-Maklay str., 8/9, Moscow, Russia, 117198

²Russian State Agrarian University
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

The heavy metals circulating in the biosphere have a huge negative impact on ecosystem components. At the same time however, the real danger from the environmental pollution by the heavy metals (HM) is constituted not by gross volume of metals, but by their mobile forms as the last practically define the accumulation of elements in biomass and influence the biological activity of soils. Meanwhile, the level study of this question is very weak. The influence of soil consolidation on HM mobility is almost not unknown. In this regard at wood sites with unequal anthropogenic loading we have conducted researches which have demonstrated the dependence of toxic heavy metals forms, diverse by durability of communication, on the consolidation of soil. In many respects the density of soil profile defines the formation of the soil modes — water-air, temperature, oxidation-reduction, biochemical, and often makes decisive impact on demonstration of the soil main ecological functions, conditions of growth, development and efficiency of plants, microorganisms activity and soil fauna.

Key words: heavy metals (HM), soil density, migration of HM, mobility of HM, anthropogenic loading

REFERENCES

- [1] Dovletjarova Je.A. Dinamika chislenosti osnovnyh grupp mikrobnogo naselenija pod nasazhdenijami dubravy sosny s bereznoj v uslovijah razlichnogo antropogennogo zagraznenija. *Vestnik RUDN. Serija: Agronomija i zhivotnovodstvo*. № 1. М.: RUDN, 2006. S. 17—21.

- [2] Dovletjarova Je.A. Sostojanie sistemy «pochva-rastenie» v uslovijah goroda. M.: RUDN, 2006.
- [3] Dovletjarova Je.A., Stoljarova A.G., Mosina L.V. Vlijanie gorodskoj sredy na zagrjaznenie pochv tjazhelymi metallami v zavisimosti ot sostava i vozrasta lesnyh drevostoev (na primere lesnoj opytnoj dachi RGAU — MSHA im. K.A. Timirjazeva). *Vestnik RUDN. Serija: Agronomija i zhivotnovodstvo*. № 5. M.: RUDN, 2012. S. 101—108.
- [4] Mosina L.V. Antropogennoe izmenenie lesnyh jekosistem v uslovijah megapolisa Moskva: Avtoref. diss. d-ra biol. nauk. 2003.
- [5] Mosina L.V., Dovletjarova Je.A. Mikrobiologičeskaja diagnostika problemnyh jekologičeskix situacij na ob'ektah rekreacionnogo pol'zovanija. *Vestnik RUDN. Serija: Agronomija i zhivotnovodstvo*. № 5. M.: RUDN, 2013. S. 130—140.
- [6] Mosina L.V., Dovletjarova Je.A., Andrienko T.N. Lesnaja opyt'naja dacha RGAU — MSHA im. K.A. Timirjazeva kak ob'ekt jekologičeskogo monitoringa lesnyh i lesoparkovyh landshaftov megapolisa Moskva. M.: RUDN, 2014.
- [7] Mosina L.V., Dovletjarova Je.A., Petrovskaja P.A. Mikrobiologičeskaja ocenka sostojanija lesnyh i lesoparkovyh jekosistem. *Vestnik RUDN. Serija: Agronomija i zhivotnovodstvo*. № 4. M.: RUDN, 2015. S. 42—51.

МОРФОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ И ЛИПИДНОГО КОМПЛЕКСА СЕМЯН *PLANTAGO PSYLLIUM* L. И *PLANTAGO OVATE FORSSK.* В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ

В.В. Вандышев, Е.А. Мирошникова,
А.А. Терёхин

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

В сравнительном аспекте проведено изучение морфологии семян двух видов растений подорожника блошного и подорожника овального. Определены основные характеристики этих семян для установления их подлинности по внешним признакам. К ним относятся размеры, форма, цвет семенной кожуры. Изучены выход экстрактивных веществ, извлекаемых н-гексаном из этих семян (6% для п. овального, 4% для п. блошного), и методом ¹H-ЯМР-спектроскопии — некоторые характеристики триацилглицеридов в масле семян п. блошного, которые позволяют отнести его к полувысыхающему типу жирных масел.

Ключевые слова: подорожник блошный, *Plantago psyllium*, подорожник овальный, *Plantago ovata*, семена, морфология, жирное масло

Семейство Подорожниковые Plantaginaceae включает 3 рода и объединяет 270 видов, распространенных преимущественно в умеренно теплых краях. Во флоре стран СНГ встречается 54 вида из 2 родов [3]. В России культивируют как лекарственные растения два вида подорожника: подорожник большой *Plantago major* L. и подорожник блошный *Plantago psyllium* L. [6].

Лекарственное растительное сырье подорожников: подорожника большого листья и подорожника большого листья свежие; подорожника блошного трава свежая и подорожника блошного семена («блошное семя») [4].

Семена подорожника блошного разрешены для применения в медицинской практике в качестве мягкого слабительного средства при атонии кишечника и запорах, а также как обволакивающее средство при местных воспалениях и поносах [1].

В западноевропейской и восточной медицине производящим растением является подорожник овальный — *Plantago ovata* Forssk. (= *P. isphagula* Fleming) [9]. Семена этого растения известны как «белое блошное семя», «семя исфагула». На фармацевтическом рынке Российской Федерации зарегистрировано несколько

лекарственных средств, получаемых из семян п. овального [2]: «Агиолак» (производитель Мадаус ГмбХ, Германия); «Мукофальк» (Др. ФалькФарма ГмбХ, Германия), «Трансилан» (производитель фирма Innotech Interna, Франция); «Файберлекс» (производитель Хербион Пакистан Прайвет Лимитед, Пакистан); «Натуролак» (производитель Органон Лимитет, Индия). Все эти средства представляют собой семенную кожуру подорожника яйцевидного, а различаются лишь вспомогательными веществами. Эпидермис семян подорожника *P. ovata* содержит слизь, представляющую собой сумму галактоманнанов, способную набухать в воде и удерживать ее в количестве, многократно превышающем собственную массу семян. Благодаря этому при приеме per os наружных тканей семян этого подорожника обеспечивается увеличение их объема и размягчение кала. Применяют вышеперечисленные препараты при привычных запорах, синдроме раздраженного кишечника и болезни Крона [7].

Предлагаемая средняя доза кожуры *P. ovata* составляет 7,5 г, из которой с 240 мл воды или сока делают суспензию и быстро принимают внутрь 1—3 раза в день в зависимости от индивидуальной реакции, каждый раз обязательно запивая таким же количеством воды или сока. Рекомендуемая доза для детей в возрасте от 6 до 12 лет составляет половину дозы взрослого. Для детей до 6 лет дозу определяет врач. Препарат следует принимать в течение 2 или 3 дней для достижения желаемого результата.

Препараты из семян подорожника овального всегда должны приниматься с достаточно большим количеством жидкости, и по крайней мере через полчаса после приема других лекарств, чтобы предотвратить задержку первых в пищеводе [9].

Для плодов подорожниковых характерны следующие черты: ценокарпий, коробочка, вскрывающаяся крышечкой. Семена мелкие, ладьевидные, с маленьким прямым зародышем и мясистым эндоспермом; выпадая из вскрывшихся плодов, они разносятся ветром. При увлажнении за счет слизи, находящейся в наружных клетках спермодермы (семенной кожуры), они прилипают к различным движущимся предметам — лапам животных, ногам людей — таким образом расселяются. В сырье подорожников найдены полисахариды в виде слизи, фенольные гликозиды, иридоиды, горечи, флаваноиды и сахара. Согласно исследованиям A.L. Romero-Baranzini (2006), в семенах *P. ovata* содержится 6,7% жирного масла, в триацилглицеринах (ТАГ) которого высокое содержание линолевой кислоты (до 40,6%) и олеиновой кислоты (до 39,1%) и низкое — линоленовой кислоты (6,9%) [8]. Жирное масло п. овального относится к полувысыхающим маслам (тип линолевой кислоты).

По данным литературы [5], ¹H-ЯМР-спектр растительных жирных масел является достаточно информативными для установления некоторых их характеристик с помощью этого неразрушающего метода анализа. Интерпретация сигналов в ЯМР-спектре ТАГ жирного масла позволяет отнести его к одному из трех типов жидких растительных масел: невысыхающему, полувысыхающему, высыхающему. Для этого используется расчетная величина — аналог йодного числа

(АЙЧ), вычисляемая по формуле из величин интегральных интенсивностей (S) сигналов олефиновых протонов непредельных жирных кислот (А) и метиленовых протонов глицерина (Б):

$$\text{АЙЧ} = 14,494 \cdot (4 \cdot SA/SB - 1).$$

Целью данной работы было провести сравнительное изучение морфолого-анатомических признаков семян двух подорожников: подорожника яйцевидного (*Plantago ovata* Forssk. = *P. Isphagul* Fleming) и подорожника блошного (*Plantago psyllium* L.), определить выход жирного масла из семян этих видов и его состав в семенах отечественного вида подорожника.

Материал и методика. В наших исследованиях были использованы образец семян подорожника овального, предоставленный представительством фирмы Гербион в России, и семена подорожника блошного урожая 2012 г. (ВИЛАР). Внешний вид семян изучали при помощи стереоскопического микроскопа МБС-1 в отраженном свете при увеличении 2×8 . Фотографии плодов сделаны при помощи стереоскопического микроскопа МБС-10 и цифрового фотоаппарата Canon (PowerShot A85 — Ai AF). Размеры определяли с помощью линейки. Выделение липидного комплекса из семян проводили в аппарате Сокслета n -гексаном марки «Ч». Для этого семена измельчали на ручной кофемолки до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 0,5 мм. Измельченное сырье помещали в бумажный патрон и проводили экстракцию. Экстрагент удаляли с помощью вакуум-ротационного испарителя при нагревании на водяной бане с температурой 500 °С при остаточном давлении 0,15 атм.

Вышеизложенный подход к характеристике ацилглицеринов с помощью их ЯМР-спектра (^1H -ЯМР-спектры сняты в растворе CD_3Cl на спектрометре Gemini фирмы Varian с рабочей частотой 200 МГц) был применен для анализа жирного масла, полученного из семян подорожника.

Результаты исследований. Семена подорожника яйцевидного телесно-розового оттенка, матовые, шероховатые, скользкие, удлинненно-овальные, ладьевидные, с загнутыми внутрь краями, в ширину — 1—1,5 мм, в длину — 2—2,3 мм.

На выпуклой поверхности семена имеют темно-коричневый рубчик (рис. 1, А). Не обладают запахом, при смачивании ослизняются.

Семена подорожника блошного удлинненно-овальные, ладьевидные, с загнутыми внутрь краями. С одной стороны семена выпуклые, с другой — вогнутые. Поверхность семян блестящая, гладкая, скользкая, темно-бурого, почти черного цвета. Длина семени 1,7—8 мм, ширина — 0,6—1,5 мм (рис. 1, Б, В). Без запаха, при смачивании ослизняются.

Отличительной чертой семян п. овального от семян п. блошного — розовый цвет семян, их крупные размеры, а также наличие на выпуклой стороне хорошо выраженного овальной формы пятна на месте рубчика пурпурного цвета.

Нами проведено сравнительное определение массы семян подорожника овального и семян подорожника блошного (табл. 1).

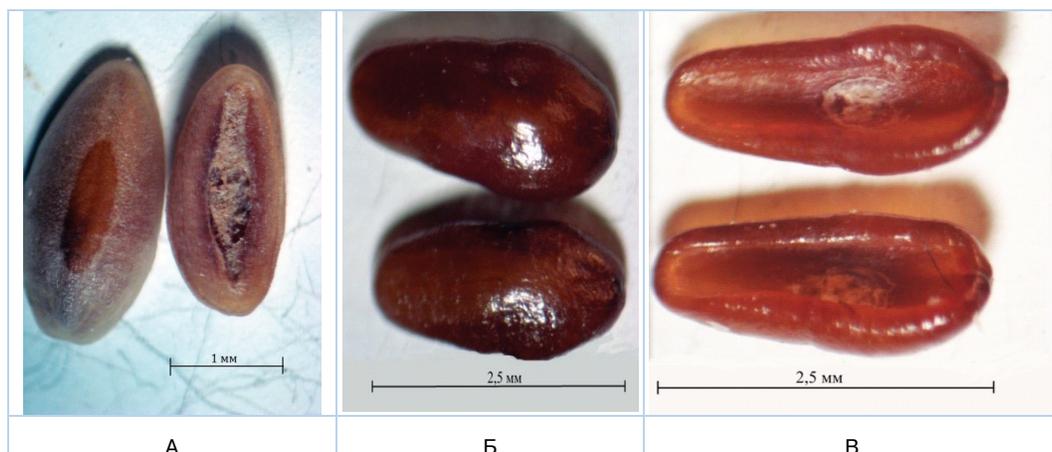


Рис. 1. Семена подорожника овального и подорожника блошного:

А — внешний вид семян подорожника овального с выпуклой и вогнутой сторон,
 Б — внешний вид семян подорожника блошного с выпуклой стороны, В — внешний вид
 семян подорожника блошного с вогнутой стороны

Таблица 1

Масса семян подорожника овального и подорожника блошного

Значения	Масса 10 семян <i>P. ovata</i> , г	Масса 10 семян <i>P. psyllium</i> , г
Максимальное значение, max	0,0200	0,0160
Минимальное значение, min	0,0140	0,0100
Среднее значение	0,0168	0,0132
Стандартное отклонение	0,0024	0,0024

Масса единичных семян *P. ovata* (по 10) колеблется в интервале от 14 мг до 20 мг и имеет в среднем массу 16,8 мг. Таким образом, масса 1000 семян *P. ovata* составит в среднем $1,68 \pm 0,24$ г.

Масса единичных (по 10) семян *P. psyllium* колеблется от 10 мг до 16 мг. Масса 1000 семян составит $1,32 \pm 0,24$ г.

Таким образом, масса 1000 семян *P. ovata* достоверно превышает массу 1000 семян *P. psyllii*.

Известно, что в семенах подорожника овального содержится жирное масло. Данных об уровне содержания липидного комплекса в семенах подорожника блошного в доступной литературе нет. Определение выхода липидных комплексов с использованием н-гексана показало, что масличность изученного образца семян п. овального составила около 6,0%, а таковая семян п. блошного — лишь 4,0% (в пересчете на воздушно-сухое сырье).

Используя возможности ¹H-ЯМР-спектроскопии при анализе жирных масел, мы изучили Н-ЯМР-спектр жирного масла из семян подорожника блошного для выявления некоторых количественных характеристик состава ТАГ. Результаты представлены в табл. 2.

**Некоторые характеристики ТАГ липидной фракции
семян подорожника блошного – *P. psyllii semina***

Наименование показателя	Значение показателя
Выход масла на воздушно-сухое сырье, %	4,0
J _d (аналог йодного числа, г)	136,0
Содержание ненасыщенных ВЖК, %	82,0
Содержание насыщенных ВЖК, %	18,0
Содержание α-линоленовой кислоты в сумме ВЖК, %	13,0

На основании величины аналога йодного числа и содержания линоленовой кислоты масло семян подорожника блошного можно отнести к полувывсыхающим жирным маслам.

Заключение. Отличительными морфологическими признаками семян *P. ovata* и семян *P. psyllii* можно считать: окраску, размеры (у подорожника блошного более вытянутые семена), наличие ярко выраженного рубчика на выпуклой стороне у семян подорожника овального.

Содержание полувывсыхающих жирных масел в семенах подорожника блошного и подорожника овального незначительно. Выход липидного комплекса из семян *P. ovata* выше, чем из семян *P. psyllium*. Среди ТАГ липидного комплекса семян *P. psyllii* содержится более высокая концентрация линоленовой кислоты.

© Вандышев В.В., Мирошникова Е.А., Терёхин А.А., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Муравьева Д.А. Тропические и субтропические лекарственные растения: Учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1997.
- [2] Машковский М.Д. Лекарственные средства. 15-е изд., перераб., испр. и доп. М.: РИА «Новая волна»: Издатель Умеренков, 2008.
- [3] Новиков В.С., Губанов В.С. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения. М.: Дрофа, 2008.
- [4] Пронченко Г.Е. Лекарственные растительные средства. М.: Гоэтар, 2002.
- [5] Стихин В.А., Шейченко В.И., Вандышев В.В. и др. Анализ жирных масел методом ЯМР // Тезисы докл. 3-й междунардн. конф. «Экологическая патология и ее фармакокоррекция». Чита, 1991. Ч. 2. С. 71.
- [6] Терехин А.А., Вандышев В.В. Технология возделывания лекарственных растений. М.: РУДН, 2008.
- [7] Эрдес С., Ратникова М., Полищук А. Эффективность гидрофильных волокон из наружной оболочки семян подорожника (Мукофальк) в лечении запоров у детей // Врач. 2013. № 3. С. 36—40.
- [8] Chemical, Physicochemical, and Nutritional Evaluation of Plantago (*Plantago ovate* Forsk) / A.L. Romero-Baranzini, O.G. Rodriguez, G.A. Yanez-Farias, J.M. Barron-Hoyos, P. Payas-Duarte // AACC International. 2006. Vol. 83. № 4. P. 358—362.
- [9] WHO Library Cataloguing in Publication Data WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 1. 1. Plants, Medicinal 2. Herbs 3. Traditional medicine.

THE STUDY OF THE MORPHOLOGY AND THE LIPID COMPLEX OF THE SEEDS OF PLANTAGO PSYLLIUM L., AND PLANTAGO OVATE FORSSK., IN COMPARATIVE ASPECT

V.V. Vandyshv, E.A. Miroshnikova,
A.A. Terekchin

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

In a comparative perspective a study of the morphology of the seeds of two species of plantain *bloshnogo* and *p. ovale*. The basic characteristics of these seeds to establish their authenticity by their appearance. These include size, shape, color of the seed coat. Studied the yield of extractive substances extracted with n-hexane from the seeds (6% for *p. ovale*, and 4% for *p. bloshnogo*), and by ¹H NMR spectroscopy — some characteristics of triacylglycerides in the seed oil of *p. bloshnogo* that allow you to relate it to *poluvysyhayuschee* type of fatty oils.

Key words: Plantain *bloshnogo*, *Plantago psyllium*, plantain oval, *Plantago ovata*, seeds, morphology, fatty oil

REFERENCES

- [1] Murav'eva D.A. Tropicheskie i subtropicheskie lekarstvennye rastenija: Uchebnoe posobie. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Medicina, 1997.
- [2] Mashkovskij M.D. Lekarstvennye sredstva. 15-e izdanie, pererab., ispr. i dop. M.: RIA «Novaja volna»: Izdatel' Umerenkov, 2008.
- [3] Novikov V.S., Gubanov V.S. Populjarnyj atlas-opredelitel'. Dikorastushhie rastenija. M.: Drofa, 2008.
- [4] Pronchenko G.E. Lekarstvennye rastitel'nye sredstva. M.: Gojetar, 2002.
- [5] Stihin V.A., Shejchenko V.I., Vandyshv V.V. i dr. Analiz zhirnyh masel metodom JaMR. *Tezisy dokl. III mezhdunarodn. konf. «Jekologicheskaja patologija i ee farmakokorrekcija»*. Chita, 1991. Ch. 2. S. 71.
- [6] Terehin A.A., Vandyshv V.V. Tehnologija vzdelyvanija lekarstvennyh rastenij. M.: RUDN, 2008.
- [7] Jerdes S., Ratnikova M., Polishhuk A. Jefferektivnost' gidrofil'nyh volokon iz naruzhnoj obolochki semjan podorozhnika (*Mukofal'k*) v lechenii zaporov u detej. *Vrach*. 2013. № 3. S. 36—40.
- [8] Romero-Baranzini A.L., Rodriguez O.G., Yanez-Farias G.A., Barron-Hoyos J.M., Payas-Duarte P. Chemical, Physicochemical, and Nutritional Evaluation of *Plantago* (*Plantago ovate* Forsk.). *AACC International*. 2006. Vol. 83. № 4. P. 358—362.
- [9] WHO Library Cataloguing in Publication Data WHO monographs on selected medicinal plants. Vol. 1. 1. Plants, Medicinal 2. Herbs 3. Traditional medicine.

МОРФОЛОГИЯ И ОНТОГЕНЕЗ ЖИВОТНЫХ

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТУШ И РАЗВИТИЕ МЫШЦ У АНТИЛОПЫ КАННА

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

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Макляя, 8/2, Москва, Россия, 117198

С 6-месячного возраста до взрослого состояния бычков антилопы канна абсолютная масса полутуш увеличивается в 3,78 раза, мышечной — в 4,01, жировой — 7,3, других тканей — 3,53 и костей в 2,79 раза. Относительная масса мышечной ткани повышается на 4,66%, жировой ткани — на 0,95%, но уменьшается костной ткани на 5,47% и других тканей — на 0,13%. Абсолютная масса мышц осевого отдела увеличивается у взрослых бычков по сравнению с таковой 6-месячных в 4,51 раза, в то время как относительная масса ее повышается на 5,53%; периферического отдела скелета — в 3,61 раза, но уменьшается соответственно на 5,53%.

С возрастом бычков относительная масса мышц плечевого пояса повышается на 2,01%, позвоночного столба — на 3,73%, брюшной стенки — на 0,87%, области лопатки — на 0,87%, но уменьшается в области грудной стенки — на 0,21%, предплечья — на 0,60, тазового пояса — 0,57, бедра — 3,82 и голени — на 1,36%.

Ключевые слова: масса, возраст, туша, мышечная ткань, жировая, костная

Антилопа канна — *Taurotragus oryx* — это самая крупная из африканских антилоп, масса взрослых самцов достигает до 800 кг, отдельные особи до 1000 кг, высота в холке — 160—180 см. Рога прямые, но в нижней трети скручены, достигают длины до 1 м. Окраска самцов бледно-рыжая. Канна населяет засушливые районы Африки к югу от Сахары. Излюбленные местообитания канна — редкостойные леса, саваны и равнины, поросшие кустарником. Канна держатся группами по 8—10 голов, во время миграции образуют сотенные стада.

В настоящее время в ряде стран Южной и Восточной Африки фермеры выращивают канн в больших огороженных загонах для получения мясной продукции. Наибольший успех в доместикации канна получен в Аскания-Нова на Украине, куда завезли в 1892 г., и стадо их неоднократно пополнялось впоследствии. Ученые разработали методику содержания, кормления, размножения и выращивания канн в неволе. В настоящее время стадо канн — вполне одомашненные животные. Получено вполне продуктивное поголовье с лактацией до 300 дней, дающее молоко от 1,8 до 6,5 л в сутки, отличающееся высокой жирностью 10,43—14,2%

и калорийностью, прекрасным вкусом, обладающим некоторыми целебными свойствами. Кроме того, от молодняка получают хорошее мясо [1; 5; 6].

Для изучения мясной продуктивности в заповеднике Аскания-Нова провели убой 3 бычков в возрасте 6 месяцев живой массой $139,5 \pm 2,3$ кг и 3 взрослых бычков 60-месячного возраста — $551,6 \pm 5,5$ кг.

До 6-месячного возраста бычки находились на подсосе под коровами.

Убой животных проводили на убойной площадке заповедника Аскания-Нова с предубойной выдержкой животных 24 часа, затем оглушали, обескровливали путем перерезки яремных вен и сонных артерий, снимали шкуру, нутровали. Голову отчленяли от туши по затылочно-атлантному суставу, нижнюю часть грудных конечностей отделяли между костями запястного сустава и пястной костью, тазовых конечностей — между костями заплюсневого сустава и плюсны. При туше оставляли два первых хвостовых позвонка [4].

Туши выдерживали 24 часа в холодильнике при температуре $0-+4$ °С. Затем туши взвешивали и проводили препаровку правой половины туши по методике, описанной в [4]. Легкие мышцы взвешивали на весах ВЛТК-500, более тяжелые — на технических весах со шкалой 200 г с точностью до 1 г.

Массу шейных, грудных, поясничных и двух хвостовых позвонков, крестцовой и грудной костей делили на два и прибавляли массу костей грудной и тазовой конечностей и ребер. Поэтому в таблицах приведена масса мышечной, жировой и костной тканей полутуши.

Полутуши препарировали с учетом методического пособия [2].

Мышцы препарировали с дифференциацией по анатомическим областям [2; 4]. Часть мышц в области голени, предплечья, туловища не препарировали в отдельности из-за малой их значимости в мясности туши, а взвешивали общей массой. Если мышца имела несколько головок или частей, то их не выделяли в отдельности, а взвешивали все вместе. При наличии одного или нескольких сухожилий в мышце их не отделяли, а включали в общую массу мышцы.

После препарирования все мышцы были идентифицированы и классифицированы в соответствии с Международной ветеринарной анатомической номенклатурой [3]. Для облегчения анализа материала произвели группировку мышц по признаку обслуживающих ими сочленений и топографическому расположению.

Результаты исследований показывают, что масса мышечной ткани туши, как ценного продукта питания, у взрослых бычков увеличилась по сравнению с 6-месячными в 4,01 раза, жировой — в 7,3, костей — 2,79 и других тканей — в 3,53.

Таблица 1

Морфологический состав полутуш антилопы канна

Масса	Абсолютная масса, г		Относительная масса, %	
	6	84	4	84
Возраст, мес.	6	84	4	84
Живая масса, кг	$139,5 \pm 2,3$	$551,6 \pm 6,5$	—	—
Масса полутуши	$33\,570 \pm 680$	$126\,870 \pm 2\,715$	100	100
Масса мышечной ткани полутуши	$25\,555 \pm 467$	$102\,488 \pm 2319$	76,12	80,78
Масса жировой ткани полутуши	340 ± 15	$2\,482 \pm 80$	1,01	1,96
Масса других тканей полутуши	645 ± 36	$2\,275 \pm 74$	1,92	1,79
Масса костей полутуши	$7\,030 \pm 153$	$19\,625 \pm 419$	20,94	15,47

В полутушах больше всего содержится мышечной ткани — 76,12—80,78%, затем костей — 20,94—15,47%. С возрастом животных количество мышечной ткани увеличивается на 4,66%, жировой ткани — на 0,95%, но уменьшается костной ткани на 5,47% и других тканей — на 0,13%.

Таблица 2

Абсолютная и относительная масса мышц полутуш антилоп канна

Возраст, мес.	6	60	6	60
Название групп мышц и отдельных мышц	абсолютная масса, г		относительная масса, %	
Общая масса мышц полутуши	25 555	102 488	100	100
Плечевого пояса	3 242	15 062	12,69	14,70
Зубчатая вентральная	748	4 061	2,93	3,96
Глубокая грудная	682	3 640	2,71	3,55
Широчайшая спины	361	1 942	1,41	1,89
Трапециевидная	169	1 188	0,66	1,16
Ромбовидная	177	921	0,69	0,90
Остальные мышцы плечевого пояса	1 105	3 310	4,32	3,23
Позвоночного столба	4 971	23 759	19,45	23,18
Дорсальные мышцы позвоночного столба	3 512	17 862	13,74	17,43
Длиннейшая мышца спины и поясницы	1 270	7 571	4,97	7,39
Полустистая головы	454	2 569	1,78	2,51
Остистая мышца спины и шеи	331	2 212	1,30	2,16
Многораздельная поясницы и спины	283	985	1,11	0,96
Остальные дорсальные мышцы позвоночного столба	1 174	4 525	4,59	4,42
Вентральные мышцы позвоночного столба	1 459	5 897	5,71	5,75
Большая поясничная	520	1 949	2,03	1,90
Остальные вентральные мышцы позвоночного столба	939	3 948	3,67	3,85
Грудной и брюшной стенок	3 037	11 958	11,88	11,67
А) грудной стенки	1 388	4 468	5,43	4,36
Межреберные	792	2 498	3,10	2,44
Остальные мышцы грудной стенки	596	1 970	2,33	1,92
Б) брюшной стенки	1 339	5 810	5,24	5,67
Наружная косая брюшная	303	1 630	1,19	1,59
Прямая брюшная	596	2 067	2,33	2,02
Внутренняя косая брюшная	199	839	0,79	0,82
Поперечная брюшная мышца	241	1 274	0,94	1,24
Подкожные	310	1 680	1,21	1,64
Итого туловища и шеи	11 250	50 779	44,02	49,55
Области лопатки	1 359	6 342	5,32	6,19
Заостренная	431	1 983	1,69	1,93
Предостренная	400	1 721	1,57	1,68
Подлопаточная	199	997	0,78	0,97
Дельтовидная	128	731	0,50	0,71
Большая круглая	102	460	0,40	0,45
Остальные мышцы области лопатки	99	450	0,39	0,44
Области плеча	1 516	6 042	5,93	5,90
Трехглавая плеча	1 106	4 480	4,33	4,37
Двуглавая плеча	171	842	0,67	0,82
Внутренняя плечевая	169	501	0,66	0,49
Остальные мышцы области плеча	70	219	0,27	0,21
Области предплечья	813	2 640	3,18	2,58
Лучевой разгибатель запястья	220	810	0,86	0,79
Остальные мышцы предплечья	593	1 830	2,32	1,78
Итого грудной конечности	3 688	15 024	14,43	14,66

Абсолютная и относительная масса мышц полутуш антилоп канна

Возраст, мес.	6	60	6	60
Название групп мышц и отдельных мышц	абсолютная масса, г		относительная масса, %	
Области тазового пояса	1 662	6 080	6,50	5,93
Средняя ягодичная	980	3 650	3,83	3,56
Остальные мышцы таза	682	2 430	2,67	2,37
Области бедра	7 424	25 859	29,05	25,23
Двуглавая бедра	1 730	6 152	6,80	6,00
Четырехглавая бедра	2 101	6 700	8,22	6,54
Полуперепончатая	1 528	5 402	5,98	5,27
Полусухожильная	503	2 108	1,97	2,06
Приводящая бедра	582	1 977	2,28	1,93
Напрягатель широкой фасции бедра	390	1 399	1,53	1,37
Остальные мышцы бедра	590	2 121	2,31	2,07
Области голени	1 531	4 746	5,99	4,63
Икроножная	640	1 811	2,50	1,77
Остальные мышцы голени	891	2 935	3,49	2,86
Итого тазовой конечности	10 617	36 695	41,55	35,80
Всего грудной и тазовой конечностей	14 305	51 709	55,98	50,45

Что же касается роста мышц по анатомическим отделам, то данные табл. 2 показывают, что абсолютная масса мышц осевого отдела увеличивается у взрослых быков по сравнению с таковой 6-месячных в 4,51 раза, а относительная масса повышается на 5,53%, периферического отдела скелета — в 3,61 раза, но уменьшается соответственно на 5,53%.

С возрастом бычков относительная масса мышц плечевого пояса повышается на 2,01%, позвоночного столба — на 3,73%, брюшной стенки — на 0,87%, области лопатки — на 0,87%, но уменьшается в области грудной стенки на 0,21%, предплечья — на 0,60, тазового пояса — 0,57 бедра — 3,82 и голени — на 1,36%.

Самой крупной мышцей в полутуше является длиннейшая мышца спины. Ее абсолютная масса у взрослых быков составляет 7,57 кг, или 7,39% от мышц полутуши. Затем следуют по относительной массе мышцы, %: четырехглавая мышца бедра — 6,54%, двуглавая бедра — 6,00, полуперепончатая — 5,27; трехглавая плеча — 4,37; зубчатая вентральная — 3,96; глубокая грудная — 3,55; средняя ягодичная — 3,56%.

Таким образом, можно заключить, что с 6-месячного возраста бычков до взрослого состояния бычков антилопы канна абсолютная масса полутуш увеличивается в 3,78 раза, мышечной — в 4,01, жировой — 7,3, других тканей — 3,53 и костей в 2,79 раза. Относительная масса повышается только мышечной ткани на 4,66%, жировой ткани — на 0,95%, но уменьшается костной ткани на 5,47% и других тканей — на 0,13%.

© Никитченко В.Е., Никитченко Д.В., Серегин И.Г., Рысцова Е.О., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Августино О.А. Молочная продуктивность и качество молока одомашненных антилоп канна в условиях Аскания-Нова: Автореф. дисс ... канд с.-х. наук. М.: РУДН, 1991.
- [2] Акаевский А.И., Юдичев Ю.Ф., Селезнев С.Б. Анатомия сельскохозяйственных животных / Под ред. С.Б. Селезнева. 5-е изд. М.: ООО «Аквариум-Принт», 2005.

- [3] Зеленецкий Н.В. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках. М.: Изд-во «Лань», 2013.
- [4] Никитченко В.Е., Никитченко Д.В. Динамика роста мышц у бычков герефордской породы // *Мясная индустрия*. 2010. № 1. С. 48—51.
- [5] Сайт «Мир животных» Web Template created with Artisteer (www.artisteer.com).
- [6] Треус М.Ю., Митакова П.М., Джуррович В.М. Сравнительная характеристика лактации лосих и антилоп канна / Тезисы докладов Третьего международного симпозиума по лосю. 27 августа по 5 сентября 1990 года. Сыктывкар, СССР, 1990.

MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF CARCASSES AND MUSCLE DEVELOPMENT OF ELAND ANTELOPE

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

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The absolute weight of carcasses of Eland antelope calves from 6 months of age to adulthood increases in 3.78 times, muscle — in 4.01, fat tissue — 7.3, bone tissue — 2.79 and other tissues — 3.53. The relative mass of muscle tissue increases by 4.66%, adipose tissue — 0.95%, but the bone tissue reduces by 5.47% and other tissue — 0.13%. The absolute mass of the axial muscle department of adult bulls increases compared with 6-month-old calves by 4.51 times, while the relative mass increases by 5.53%; peripheral skeleton department — 3.61 times, but is reduced to 5.53%.

With age, the relative weight of shoulder girdle muscles of calves increases by 2.01%, the vertebral column — 3.73%, the abdominal wall — 0.87%, the shoulder blade — 0.87%, but decreases in the chest wall — 0.21%, in the forearm — 0.60, in the pelvic girdle — 0.57, in the hip — 3.82 and in the shin — 1.36%.

Key words: weight, age, carcass, muscle, fat, bone

REFERENCES

- [1] Avgustino O.A. Molochnaja produktivnost' i kachestvo moloka odomashnennyh antilop kanna v uslovijah Askanija-Nova: Avtoref. diss. kand s.-h. nauk. M., RUDN, 1991.
- [2] Akaevskij A.I., Judichev Ju.F., Seleznev S.B. Anatomija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. Ed. S.B. Selezneva. 5-e izd. M.: OOO «Akvarium-Print», 2005.
- [3] Zelenevskij N.V. Mezhdunarodnaja veterinarnaja anatomicheskaja nomenklatura na latinskom i russkom jazykah. M.: Izd-vo «Lan'», 2013.
- [4] Nikitchenko V.E., Nikitchenko D.V. Dinamika rosta myshc u bychkov gerefordskoj porody. *Mjasnaja industrija*. 2010. № 1. S. 48—51.
- [5] Sajt «Mir zhivotnyh» Web Template created with Artisteer (www.artisteer.com).
- [6] Treus M.Ju., Mitakova P.M., Dzhurrovich V.M. Sravnitel'naja harakteristika laktacii losih i antilop kanna. *Tezisy dokladov Tretij mezhdunarodnyj simpozium po losju*. 27 avgusta po 5 sentjabrja 1990 goda. Syktyvkar, SSSR, 1990.

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ГЕРБИЦИДОМ 2,4-ДА

С.М. Шакирова¹, Г.Р. Шакирова²

¹Башкирский государственный аграрный университет
ул. 50 лет Октября, 34, Уфа, Россия, 450001

²Московская государственная академия
ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина
ул. Академика Скрябина, 23, Москва, Россия, 109472

При подострой интоксикации гербицидом 2,4-ДА ЛД 50, при макроскопическом обследовании органов у крыс установлены изменения, свойственные отравлению токсическими веществами. Сердечная мышца и почки дряблые, неравномерной окраски. Легкие красно-розового цвета с участками острого ателектаза. Методами световой и электронной микроскопии нами установлено, что гербицид 2,4-ДА обладает политропным влиянием на организм экспериментальных животных. В миокарде обнаружены очаги некроза, где кардиомиоциты имеют нечеткие контуры и слабую окраску. Структурные изменения сопровождаются увеличением числа инфильтраций лимфоцитов и макрофагов. В почках в связи с некротическими и дистрофическими изменениями канальцев нефронов паренхима органа приобретает сероватую окраску. В легких в стенках средних и мелких бронхов локализовались массивные лимфоцитарные инфильтраты. Межальвеолярная соединительная ткань сильно расширена из-за большого количества лейкоцитов. Во всех изученных органах обнаружены расстройства крово- и лимфообращения.

Ключевые слова: миокард, почки, легкие, крысы, ультраструктура, гербицид 2,4-ДА

Пестициды занимают одно из первых мест среди различных загрязнителей окружающей среды. К наиболее эффективным и широко применяемым в России гербицидам относится хлорфеноксигербициды, среди которых ведущее место занимают производные 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты (2,4-Д). Гербицид 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты (2,4-ДА) трансформируется до токсических метаболитов, активизирует перекисное окисление липидов, способствует нарушению транспортной и рецепторной функции белков клеточных мембран, понижает активность антиоксидантных мембран, обладает иммуно-, гепато-, нейро-, гонадо-токсичными свойствами [5; 7—9; 12; 13].

Материалы и методы исследования. Эксперименты выполнены на 120 белых неинбредных половозрелых крысах массой 180—220 г обоего пола. Условия проведения экспериментов были идентичными для контрольных и опытных групп. Препараты вводились в утренние и дневные часы. Согласно рекомендациям ВОЗ (1993) и другим нормативным документам опыты по изучению токсиканта (2,4-ДА) были поставлены на белых крысах, традиционно используемых в токсикологических экспериментах [3; 4]. Животные были разделены на 2 группы: первая группа — контроль (интактные животные). Вторая группа получала токсикант 2,4-ДА.

Токсикант (2,4-ДА) вводили внутрижелудочно с помощью специального зонда. Контрольные животные получали дистиллированную воду внутрижелудочно в том же объеме, что и при введении соответствующих препаратов.

Для затравки использовали коммерческий препарат гербицида, содержащий диметиламинные соли 2,4-Д — 50%, хлорфенолы — около 2%, в том числе 2,4-дихлорфенол — 0,25%, другие хлорорганические соединения — около 1,5%, включая диоксины в средней концентрации 30 мг/кг, в том числе ТХДД — 1 мг/кг (по данным лаборатории Уфимского АО «Химпром»). Подострое отравление моделировали ежедневным внутрижелудочным введением гербицида в дистиллированной воде в течение 28 дней в дозе 42 мг/кг, что соответствует суммарной дозе 1200 мг/кг, то есть ЛД50 [2; 4; 6].

Для гистологических исследований материал фиксировали в забуференном растворе нейтрального 10%-го формалина. Изготавливали парафиновые срезы толщиной 6—7 мкм. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином.

Для исследования методом трансмиссионной электронной микроскопии кусочки образцов фиксировали в 2,5%-м глутаральдегидном фиксаторе на фосфатном буфере Миллонига в течение 2 часов, после промывания в фосфатном буфере под стереомикроскопом проводили препарирование. Далее кусочки органов дофиксировали в 1%-м буферном растворе четырехоксида осмия в течение 1 часа и заливали в эпоксидную смолу аралдит. Ультратонкие срезы изготавливали на ультрамикротоме LKB-3 и изучали на электронном микроскопе JEM—100S.

Результаты исследований. В миокарде крыс контрольной группы, в центральной части типичного кардиомиоцита расположены 1—2 ядра удлинённой или овальной формы. Периферическую часть цитоплазмы клеток занимают миофибриллы, в которых хорошо видима поперечная исчерченность. Толстые протофибриллы из белка миозина занимают среднюю часть саркомера, а в периферической части сосредоточены тонкие протофиламенты из белка актина. Высокие энергетические потребности миокарда обеспечивает хорошо развитый митохондриальный комплекс. Митохондрии располагаются между миофибриллами, между энергетическим и сократительным аппаратом наблюдается тесная морфофункциональная связь. Гранулярная саркоплазматическая сеть в кардиомиоцитах слабо развита. Рибосомы и полирибосомы располагаются в околоядерной зоне и между миофибриллами. Кардиомиоциты окружены рыхлой соединительной тканью, в которой расположено большое количество кровеносных сосудов. Ядра эндотелиоцитов достаточно часто имеют неправильную форму, содержат крупные ядрышки. В цитоплазме содержится много полисом, протофиламентов и микропиноцитозных везикул.

При макроскопическом обследовании органов у крыс установлены изменения, свойственные отравлению токсическими веществами и наличию симптомов интоксикации. При этом отмечали анемию слизистых оболочек. Печень неравномерно окрашена, с поверхности тусклая, цвет от вишневого до серо-желтого. Сердечная мышца дряблая, неравномерной окраски. Легкие красно-розового цвета с участками острого ателектаза.

Гистологическое исследование миокарда крыс при подострой интоксикации гербицидом 2,4-ДА показали расстройство крово- и лимфообращения, которые сопровождались отеком и декомплексацией кардиомиоцитов, расширением кровеносных капилляров и вен, заполнением их кровью. Отмечалось повреждение внутренней оболочки сердца с образованием многочисленных выступов в полость желудочков и предсердий. В миокарде обнаружены очаги некроза, где кардиомиоциты имеют нечеткие контуры и слабую окраску. В некоторых участках миокарда кардиомиоциты гипертрофированы, а их ядра различаются между собой размерами. Часть ядер увеличивают свой объем и находятся в активном морфофункциональном состоянии. В других клетках отмечается кариопикноз.

В связи с уменьшением количества миофибрилл в клетках слабо выражены поперечная исчерченность и вставочные диски. Эти структурные изменения сопровождаются увеличением числа инфильтраций лимфоцитов, макрофагами.

Ультраструктурные исследования показали, что в ряде кардиомиоцитов увеличивается количество митохондрий, как в околоядерной области, так и на периферии цитоплазмы. Митохондрии имеют различные форму и размеры, большинство митохондрий характеризуется высокой электронной плотностью. В некоторых миофибриллах наблюдаются нарушения структурной организации, также характерны участки с внутриклеточным отеком (рис. 2, 3). Нами были обнаружены увеличение отложения осmioфильного материала в области вставочных пластинок, что, вероятно, оказывает влияние на взаимоотношения между кардиомиоцитами (рис. 1). В качестве реактивных изменений можно оценить глубокие инвагинации в ядро и увеличение количества микропиноцитозных везикул в эндотелиоцитах кровеносных капилляров (рис. 4).

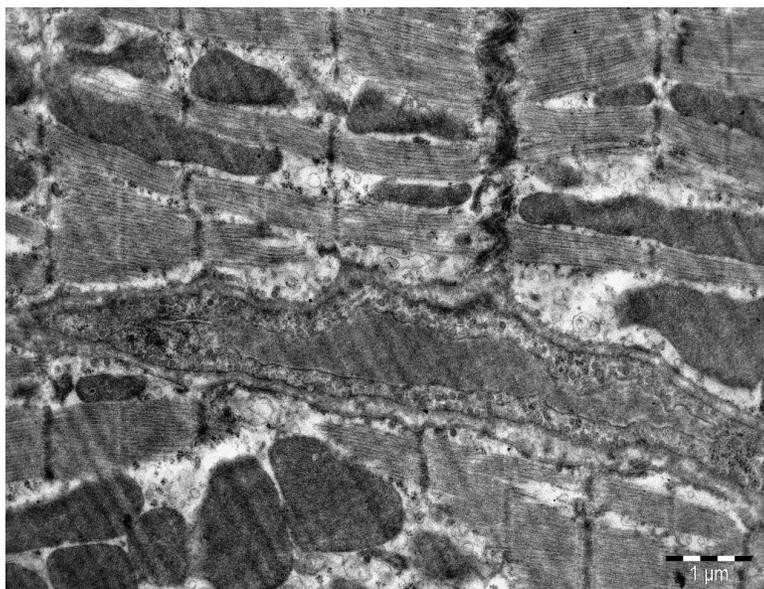


Рис. 1. Миокард крысы при интоксикации гербицидом 2,4-ДА.
Увеличение электронной плотности в области
вставочного диска в кардиомиоцитах

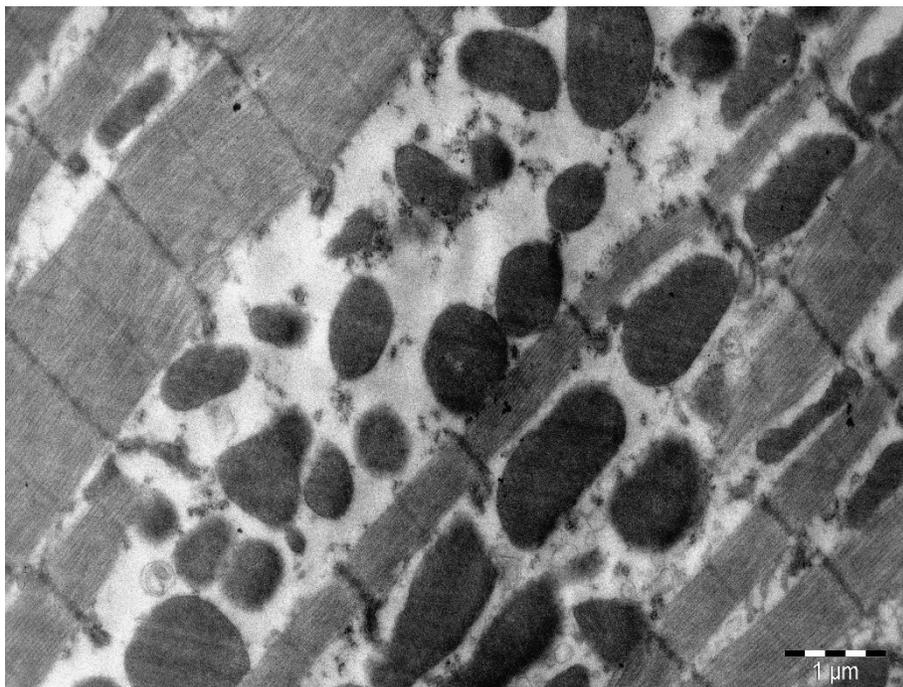


Рис. 2. Миокард крысы при интоксикации гербицидом 2,4-ДА. Внутриклеточный отек в кардиомиоците

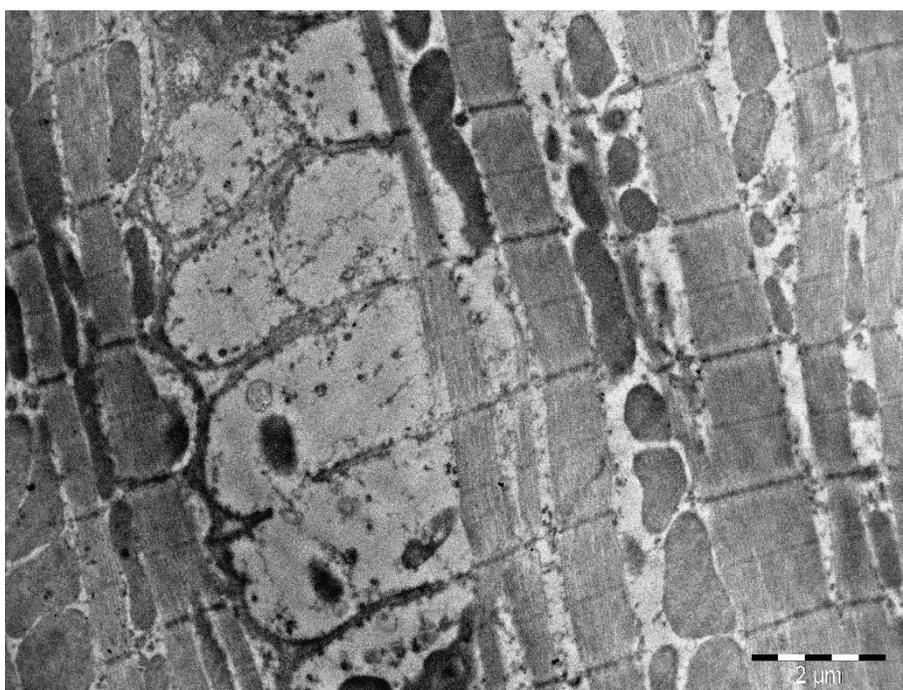


Рис. 3. Миокард крысы при интоксикации гербицидом 2,4-ДА. Образование бесструктурных зон в кардиомиоците в результате дистрофических изменений миофибрил

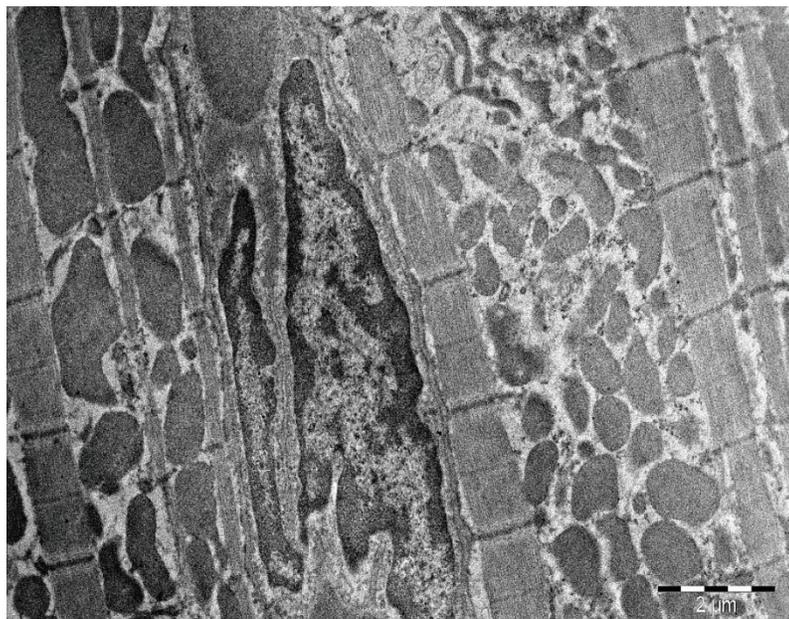


Рис. 4. Миокард крысы при интоксикации гербицидом 2,4-ДА. Изменение формы ядер эндотелиоцитов в кровеносном капилляре. Компенсаторные изменения в энергетическом аппарате кардиомиоцитов

Таким образом, нами установлено, что повреждающее действие гербицида 2,4-ДА отражается на структурной организации миокарда крыс экспериментальной группы.

В почках наблюдается выраженная гиперемия, которая сопровождается нарушением строения мышечной оболочки стенок артерий и вакуолизацией перинуклеарной области цитоплазмы в гладкомышечных клетках. Данные структурные изменения в стенках кровеносных сосудов негативно влияют на уровень кровоснабжения органа. Вблизи почечной лоханки локализуются значительные лимфоцитарные инфильтрации. В связи с некротическими и дистрофическими изменениями в канальцах нефронов паренхима коркового вещества приобретает сероватую окраску, клетки с нечеткими контурами ядра и цитоплазмы. В почечных тельцах происходит сжатие сосудистых клубочков и внутреннего листка, увеличивается просвет почечного тельца.

В легких крыс после воздействия гербицидом 2,4-ДА у ряда животных наблюдали абсцесс и участки некротизированной ткани легкого, причем размеры и количество очагов некроза варьировали у разных крыс. В собственном слое стенки средних бронхов локализовались массивные лимфогистиоцитарные инфильтраты. Вокруг мелких бронхов также находили плотные скопления гистиоцитов и лимфоцитов со значительным содержанием плазмоцитов. В отдельных участках легких стенки альвеол истончены, альвеолы объединяются в более крупные воздушные полости, общая поверхность их уменьшается, что оказывает отрицательное влияние на уровень вентиляции органа. В просвете альвеол и бронхов различного калибра наряду со слущенными эпителиоцитами выявляются лейкоциты.

Межальвеолярная соединительная ткань сильно расширена из-за большого количества лимфоцитов, макрофагов, плазмоцитов, эозинофилов и тучных клеток. Кровеносные сосуды гиперемированы. Изменение структурной организации легких свидетельствует о глубоких нарушениях функции органа.

Таким образом, нами установлены значительные деструктивные изменения в миокарде, в почках и в воздухоносной и респираторной частях легкого при подострой интоксикации гербицидом 2,4-ДА, что снижает уровень газообмена в организме, отрицательно влияет на функциональную деятельность сердечно-сосудистой и мочевыделительной систем.

Установлено значение изменений перекисного окисления липидов (ПОЛ) как общего звена нарушений состояний биологических мембран, биоэнергетики и метаболизма, определяющих тяжесть интоксикации. Одним из доказательств участия ПОЛ в патогенезе интоксикаций является защитная эффективность антиоксидантов [11].

В наших исследованиях в миокарде установлены расстройство крово- и лимфообращения, которые сопровождались отеком кардиомиоцитов. Согласно исследованиям В.А. Мышкина [11], при отравлении карбофосом постинтоксикационные изменения морфологических показателей (объем цитоплазмы, ядра, ядерно-цитоплазменное отношение) кардиомиоцитов, содержание в них ферментов СДГ, ЛДГ и усиление процесса перекисного окисления липидов развиваются параллельно.

В патогенезе интоксикаций различными химическими веществами важную роль играет гипоксия (ишемия). М.В. Биленко [1] показано, что при ишемическом повреждении на клеточном уровне в результате нарушения структуры и функций митохондрий возникают условия для активации процесса ПОЛ в органах. Они способствуют усилению O^2 -радикалгенерирующих систем и выработки активных форм кислорода, которые затем инициируют процесс ПОЛ в мембранах.

А.Ф. Каюмовой [7] проведено изучение характера накопления и патоморфологического изменения внутренних органов при введении разных доз 2,4-ДА. Ею выявлено, что 2,4-ДА обладает способностью легко проникать практически во все ткани организма и метаболизироваться в них. Интоксикация у крыс вызывает обширные морфофункциональные нарушения тканей различных органов, характеризующиеся альтерацией и нарушением тканевого метаболизма, иммунного воспаления в местах отложения 2,4-ДА, которые имели прямопропорциональную зависимость от вводимой дозы препарата. В легких экспериментальных крыс развивается межуточная пневмония. На фоне венозного застоя в легких наблюдаются участки геморрагического инфаркта с кровоизлиянием в альвеолы. Автор приходит к заключению, что состояние системы крови тесно взаимосвязано с патоморфологическими изменениями внутренних органов, вызванных интоксикацией 2,4-ДА.

Заключение. Нами установлено, что гербицид 2,4-ДА обладает политропным влиянием на организм экспериментальных животных. В миокарде обнаружены очаги некроза, где кардиомиоциты имеют нечеткие контуры и слабую окраску. Структурные изменения сопровождаются увеличением числа инфильтраций лим-

фоцитов и макрофагов. В почках в связи с некротическими и дистрофическими изменениями в канальцах нефронов паренхима органа приобретает сероватую окраску. В легких у разных крыс очаги некроза варьировали. В стенках средних и мелких бронхов локализовались массивные лимфоцитарные инфильтраты. Межальвеолярная соединительная ткань сильно расширена из-за большого количества лимфоцитов, макрофагов, плазматиков, эозинофилов и тучных клеток. Во всех изученных органах обнаружены расстройства крово- и лимфообращения.

© Шакирова С.М., Шакирова Г.Р., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Биленко М.В. Ишемические и реперфузионные повреждения органов. М.: Медицина, 1989.
- [2] Буслович С.Ю. Влияние на организм гербицидов — хлорпроизводных феноксиуксусной кислоты // *Здравоохранение Беларуси*. 1963. № 9. С. 41—45.
- [3] Галимов Ш.Н. Гормонально-метаболические механизмы нарушения мужской репродуктивной функции при экспериментальной интоксикации диоксинсодержащим гербицидом 2,4-ДА: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. Уфа, 2000.
- [4] Елизарова О.Н. Определение пороговых доз промышленных ядов при пероральном введении. М.: Медицина, 1971.
- [5] Жамсаранова С.Д., Лебедева С.Н., Ляшенко В.Л. Иммунодепрессивные эффекты, вызванные гербицидом 2,4-ДА в организме мышей // *Гигиена и санитария*. 1987. № 5. С. 80.
- [6] Иммунотропные эффекты феноксигербицидов / Э.А. Имельбаева, С.Н. Теплова, Ф.Х. Камиллов, Б.Х. Ахметова. Уфа: БГУ, 2000.
- [7] Каюмова А.Ф. Нарушения в системе крови, вызванные гербицидом — аминной солью 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Челябинск, 1996.
- [8] Медведь Л.И. Справочник по пестицидам. Киев: Урожай, 1974.
- [9] Муфазалова Н.А. Фармакологическая коррекция иммуно- и гепатотоксических эффектов ксенобиотиков: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. Уфа, 2002.
- [10] Муфазалова Н.А., Магазов Р.Ш., Егорова Н.Н., Шакирова Г.Р. и др. Фармакологическая коррекция иммуно-гепатотоксических эффектов ксенобиотиков. Уфа: Иммунопрепарат, 2002.
- [11] Мышкин В.А. Коррекция перекисного окисления липидов при экспериментальных интоксикациях различными химическими веществами: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Челябинск, 1998.
- [12] Шакирова Д.М. Динамика морфометрических показателей нейронов чревного сплетения крыс при интоксикации гербицидом 2,4-ДА и коррекции токоферолом и Т-активным // *Современные направления инновационного развития ветеринарной медицины, зоотехнии и биологии*. Мат. Всерос. науч.-практич. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти д.вет.н., профессора Х.Х. Абдюшева. С. 175—179.
- [13] Шакирова Г.Р., Имашев А.В., Шакирова С.М. Ультраструктура семенников крыс при интоксикации гербицидом 2,4-Д и лечении Т-активином и токоферолом. Интеграция аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения. Материалы Всерос. науч.-практич. конф. с международным участием в рамках 18 Международ. спец. выставки Агрокомплекс 2008. Ч. 9. С. 157.

STRUCTURAL CHANGES IN RATS ORGANISM IN EXPERIMENTAL INTOXICATION WITH HERBICIDE 2,4-DA

S.M. Shakirova¹, G.R. Shakirova²

¹Bashkir State Agrarian University
50 years of October str., 34, Ufa, Russia, 450001

²Moscow State Academy of Veterinary Medicine
and Biotechnology named after K.I. Skryabin
Scriabin str., 23, Moscow, Russia, 109472

In subacute toxicity herbicide 2,4-DA LD50, in the macroscopic examination of organs in rats set changes inherent poisoning by toxic substances. Heart muscle and kidneys flabby, uneven coloring. Lung red-pink color with areas of acute atelectasis. By light and electron microscopy, we found that the herbicide 2,4-DA has polytropic effect on experimental animals. In the myocardium revealed foci of necrosis where cardiomyocytes have fuzzy outlines and poor color. Structural changes are accompanied by an increase in the number of infiltration of lymphocytes and macrophages. In the kidneys due to necrotic and degenerative changes in the tubules of nephrons organ's parenchyma becomes grayish color. In the walls of medium and small bronchi of lung localized massive lymphocytic infiltration. The interalveolar septum tissue greatly expanded due to the large number of white blood cells. In all investigated organs disorders found blood and lymph circulation.

Key words: myocardium, kidney, lungs, rats, ultrastructure, herbicide 2,4-DA

REFERENCES

- [1] Bilenko M.V. Ishemicheskie i reperfuzionnye povrezhdenija organov. M.: Medicina, 1989.
- [2] Buslovich S.Ju. Vlijanie na organizm gerbicidov — hlorproizvodnyh fenoksiuksusnoj kisloty. *Zdravoohranenie Belarusi*. 1963. № 9. S. 41—45.
- [3] Galimov Sh.N. Gormonal'no-metabolicheskie mehanizmy narushenija muzhskoj reproduktivnoj funkcii pri jeksperimental'noj intoksikacii dioksinsoderzhashhim gerbicom 2,4-DA: Avtoref. diss. d-ra med. nauk. Ufa, 2000.
- [4] Elizarova O.N. Opredelenie porogovyh doz promyshlennyh jadov pri peroral'nom vvedenii. M.: Medicina, 1971.
- [5] Zhamsaranova S.D., Lebedeva S.N., Ljashenko V.L. Immunodepressivnye jeffekty, vyzvannye gerbicom 2,4-DA v organizme myshej. *Gigiena i sanitarija*. 1987. № 5. S. 80.
- [6] Imel'baeva Je.A., Teplova S.N., Kamilov F.H., Ahmetova B.H. Immunotropnye jeffekty fenoksi-gerbicom. Ufa: BGU, 2000.
- [7] Kajumova A.F. Narushenija v sisteme krovi, vyzvannye gerbicom — aminnoj sol'ju 2,4-dihlorfenoksiuksusnoj kisloty. Avtoreferat diss. dokt. m.n. Cheljabinsk, 1996.
- [8] Medved' L.I. Spravochnik po pesticidam. Kiev: Urozhaj, 1974.
- [9] Mufazalova N.A. Farmakologicheskaja korrekcija immuno- i gepatotoksicheskikh jeffektov ksenobiotikov. Avtoref. diss. d-ra med. nauk. Ufa, 2002.
- [10] Mufazalova N.A., Magazov R.Sh., Egorova N.N., Shakirova G.R. i dr. Farmakologicheskaja korrekcija immuno-gepatotoksicheskikh jeffektov ksenoiotikov. Ufa: Immunopreparat, 2002.
- [11] Myshkin V.A. Korrekcija perekisnogo okislenija lipidov pri jeksperimental'nyh intoksikacijah razlichnymi himicheskimi veshhestvami. Avtoref. diss. dokt. med. nauk. Cheljabinsk, 1998.
- [12] Shakirova D.M. Dinamika morfometricheskikh pokazatelej nejronov chrevnogo spletenija krysa pri intoksikacii gerbicom 2,4-DA i korrekcii tokoferolom i T-aktivnom. *Sovremennye napravlenija innovacionnogo razvitiya veterinarnoj mediciny, zootehnii i biologii. Mat. Vseros. nauch.-praktich. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvjashh. pamjati d.vet.n., professora H.H. Abdjusheva*. S. 175—179.
- [13] Shakirova G.R., Imashev A.V., Shakirova S.M. Ul'trastruktura semennikov krysa pri intoksikacii gerbicom 2,4-D i lechenii T-aktivinom i tokoferolom. *Integracija agarnoj nauki i proizvodstva: sostojanie, problemy i puti reshenija. Materialy Vseros. nauchn. praktich.-konf. s mezhdunarodnym uchastiem v ramkah 18 Mezhdunarod. spec. vystavki Agrokompleks 2008*. Ch. 9. S. 157.

ВЕТЕРИНАРИЯ

ПРОФИЛАКТИКА СМЕШАННЫХ РЕСПИРАТОРНЫХ ИНФЕКЦИЙ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

П.Н. Сисягин¹, Г.Р. Реджепова¹,
Е.П. Сисягина¹, И.Л. Леонтьева²

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский ветеринарный институт
Нечерноземной зоны Российской Федерации»
ул. Ветеринарная, 3, г. Нижний-Новгород, Россия, 603950

²РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127550

В работе изучена возможность применения фитопрепарата Максофит в комплексе с гипериммунной сывороткой животных-доноров для повышения профилактической эффективности смешанных вирусно-бактериальных респираторных инфекций телят. В условиях хозяйства Нижегородской области, стационарно неблагополучного по смешанным респираторным инфекциям телят вирусно-бактериальной этиологии, установлен высокий уровень заболеваемости (80%) и летальности (26%). В результате исследований до применения препаратов выявлено иммунодефицитное состояние у клинически здоровых телят 20—30-дневного возраста, характеризующееся снижением относительного содержания Т-лимфоцитов на 20%, функциональной активности нейтрофилов крови в спонтанном и индуцированном тестах — на 19%, лизоцимной активности сыворотки крови — на 29% от минимального значения физиологической нормы данного возрастного периода. На фоне иммунологического дисбаланса резко снижается эффективность традиционных лечебно-профилактических мероприятий. Применение фитопрепарата Максофит в сочетании с гипериммунной сывороткой животных-доноров способствовало достоверному повышению исходно-сниженных иммунобиологических показателей и созданию напряженного специфического иммунитета у клинически здоровых телят: относительного и абсолютного содержания Т- и В-лимфоцитов на 36, 38% и 50, 67% соответственно, функциональной активности нейтрофилов крови в спонтанном и индуцированном тестах на 18 и 32%, уровня иммуноглобулинов G и M — на 46 и 53% соответственно, лизоцимной активности сыворотки крови на 60%. Применение подкожно гипериммунной сыворотки животных-доноров в сочетании с аэрозольной обработкой фитопрепаратом Максофит способствовало повышению профилактической эффективности при смешанных вирусно-бактериальных респираторных инфекциях телят до 96,2%, что на 21,2% выше в сравнении с контролем, среднесуточного прироста живой массы до $890,0 \pm 22,8$ г, что на 26,0% выше контроля. Сочетанное использование препаратов обеспечивало 100% сохранность телят в опытной группе, что на 8,3% выше контроля, и легкую форму переболевания.

Ключевые слова: телята, смешанные респираторные инфекции, иммунный статус, гипериммунная сыворотка, Максофит, профилактика

Одной из наиболее актуальных и сложных проблем, стоящих перед ветеринарной наукой и практикой, остаются смешанные респираторные инфекции телят, обусловленные вирусно-бактериальными ассоциациями. Чрезвычайно высокий уровень заболеваемости (90—100%) телят, широкое повсеместное распространение инфекции, а также наносимый огромный экономический ущерб является главным сдерживающим фактором динамичного развития животноводства и повышения продуктивности животных в современных условиях.

За последние годы чаще регистрируются микст-инфекции, вызываемые ассоциацией вирусов парагриппа-3 (ПГ-3), инфекционного ринотрахеита (ИРТ), вирусной диареи — болезни слизистых (ВД-БС), аденовирусов (АД), респираторно-синцитиального вируса (РС) в различных сочетаниях, осложненных бактериальными возбудителями — пастереллами, сальмонеллами, стрептококками, протейями и другими микроорганизмами [1—3].

Грубейшие нарушения технологического цикла получения и выращивания молодняка, неадекватные условия содержания, несбалансированный рацион, низкое качество кормов, технологические стрессы, длительная персистенция вирусных возбудителей в организме препятствуют полноценному развитию иммунитета и приводят к формированию вторичных иммунодефицитных состояний. Развитие смешанных респираторных инфекций на фоне иммунологического дисбаланса существенно тягостит течение инфекций, способствует частому развитию рецидивов, различных осложнений, хронизации инфекционного процесса и резкому снижению или отсутствию эффективности традиционных лечебно-профилактических мероприятий [4—6]. Поэтому для повышения эффективности профилактических мероприятий все чаще используют в ветеринарной практике средства, обеспечивающие высокий уровень резистентности организма телят. В этой связи особый интерес представляют экологически безопасные средства природного происхождения, в том числе лекарственные травы и приготовленные на их основе препараты, обладающие широким спектром фармакологической активности.

Цель работы: изучить возможность комплексного применения фитопрепарата Максофит с гипериммунной сывороткой животных-доноров для повышения профилактической эффективности смешанных респираторных инфекций телят.

Методика исследований. Исследования проводили в научно-производственных опытах в условиях стационарно неблагополучного по смешанным вирусно-бактериальным респираторным инфекциям телят хозяйства Нижегородской области с уровнем заболеваемости (80%) и летальности (26%), где установлена этиологическая роль ассоциации вирусов ПГ-3, ИРТ, ВД-БС, АД, РС-вируса и бактериальной микрофлоры (пастереллы, протейи, сальмонеллы).

В опытах использовали разработанное нами экологически безопасное средство Максофит, представляющее собой 70% спиртовую настойку, полученную из смеси травы и соцветий эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*), корней солодки голой (*Glycyrrhiza glabra*), почек сосны (*Gemmue Pini*), корневищ и корней девясила (*Rhizomata et radices inulae*), травы гармалы обыкновенной (*Peganum harmala*). Фитопрепарат Максофит содержит биологически активные вещества, обладает бактерицидным, противовоспалительным и иммуностимулирующим действиями, относится к нетоксичным препаратам, не обладает кумулятивными,

эмбриотоксическими и аллергенными свойствами, совместим с химиотерапевтическими и биологическими средствами. Непосредственно перед применением Максофит разводили кипяченой и остуженной до 37 °С водопроводной водой до получения 3,5% раствора.

Гипериммунную сыворотку животных-доноров получали от специально иммунизированных взрослых животных, живой массой не менее 500 кг, свободных от заразных и кровепаразитарных заболеваний и готовили по методу Н.И. Горбань [7]. Донорами и реципиентами служили животные одного и того же неблагополучного хозяйства. С профилактической целью использовали гипериммунную сыворотку животных-доноров, содержащую антигемагглютинины к вирусам ПГ-3 в титре 1 : 1280, ИРТ — 1 : 256 и ВД-БС — 1 : 1024, аденовирусу — 1 : 256, РС — вирусу 1 : 128.

Экспериментальные исследования проводили на двух группах клинически здоровых телят (опытная и контрольная) 20—30-дневного возраста. Телятам обеих групп подкожно вводили гипериммунную сыворотку животных-доноров в дозе 1,0 мл/кг живой массы, трехкратно с интервалом 10—12 дней. Телят опытной группы (52 головы) дополнительно обрабатывали аэрозолем Максофита из расчета 4,0 мл/м³ помещения, трехкратно с интервалом три дня при экспозиции 40 минут. Телят контрольной группы (48 голов) дополнительно обрабатывали аэрозолем 3,5% водного раствора настойки эхинацеи пурпурной из расчета 4,0 мл/м³ помещения в том же режиме, что и Максофит. Аэрозольную обработку животных проводили при 6 атм. в специально оборудованной герметичной камере, оснащенной канализацией и приточно-вытяжной вентиляцией. Для получения высокодисперсных аэрозолей препаратов использовали сверхзвуковую аэрозольную форсунку САФ производительностью не менее 200 мл/мин при дисперсности генерируемого аэрозоля от 5 до 25 мкм. Обработку осуществляли при температуре воздуха 14 °С и относительной влажности не ниже 70%. Стабильность аэрозолей достигали добавлением 10—20% стерильного глицерина или 10% глюкозы в порошок к общему объему рабочего раствора.

Взятие крови у подопытных животных (по 10 голов из каждой группы) для иммунологических исследований проводили до применения препаратов (фоновое исследование) и спустя 7—10 дней после завершения опытов.

Критериями оценки эффективности сочетанного использования фитопрепарата Максофит с гипериммунной сывороткой животных-доноров служили иммунобиологические показатели организма, включающие относительное и абсолютное число Т- и В-лимфоцитов крови по методу Н.И. Блинова [8], функциональной активности нейтрофилов крови (НСТ-тест) по методу М.Е. Виксмана и А.М. Маянского [9], уровня иммуноглобулинов отдельных изотипов (G и M) по методу Manchini [10], лизоцимной активности сыворотки крови по методу В.Г. Дорофейчук [11], а также результаты клинических показателей, включающие число не заболевших и заболевших телят, форму переболевания, сохранность и среднесуточный прирост живой массы. Статистическую обработку результатов исследований проводили по Н.А. Плохинскому [12].

Результаты и их обсуждение. В результате исследований до применения препаратов выявлено иммунодефицитное состояние у клинически здоровых телят

20—30-дневного возраста, характеризующееся снижением относительного содержания Т-лимфоцитов на 20%, функциональной активности нейтрофилов крови в спонтанном и индуцированном тестах на 19%, лизоцимной активности сыворотки крови на 29% от минимального значения физиологической нормы данного возрастного периода.

Использование фитопрепарата Максофит в форме аэрозоля в комплексе с подкожным введением гипериммунной сыворотки животных-доноров способствовало достоверному повышению исходно-сниженных показателей иммунного статуса телят (табл. 1). Так, относительное содержание Т- и В-лимфоцитов крови в опытной группе телят достоверно увеличилось на 36 и 50% соответственно, против 17 и 26% в сравнении с контролем. Абсолютное содержание Т- и В-лимфоцитов крови у телят опытной группы повысилось на 38 и 67% соответственно, против недостоверных изменений данных показателей в контроле. Функциональная активность нейтрофилов крови в спонтанном и индуцированном тестах повысилась в опытной группе на 18 и 32%, соответственно против недостоверной разницы и 21% в контроле, что свидетельствует о стимулирующем эффекте препаратов на естественную фагоцитарную активность нейтрофилов крови, а также их резервную возможность. Содержание иммуноглобулинов G и M достоверно увеличилось в опытной группе на 46 и 53%, против 26% и недостоверной разницы в контроле. Лизоцимная активность сыворотки крови достоверно увеличилась у животных опытной группы на 60%, против недостоверной разницы данного показателя в контроле.

Таблица 1

**Влияние сочетанного применения препаратов
на иммунобиологические показатели телят**

Показатели	Группы животных			
	Опытная, n = 10		Контрольная, n = 10	
	до применения препаратов	после применения препаратов	до применения препаратов	после применения препаратов
Лейкоциты, $10^9/л$	8,7 ± 0,6	8,6 ± 0,8	8,8 ± 0,4	8,8 ± 0,9
Лимфоциты, %	65,3 ± 1,2	70,8 ± 0,9*	66,0 ± 1,2	70,4 ± 1,5
Лимфоциты, $10^9/л$	5,6 ± 0,1	6,1 ± 0,1**	5,8 ± 0,4	6,2 ± 0,2
Т-лимфоциты, %	22,3 ± 0,5	30,4 ± 0,6*	23,4 ± 0,7	27,3 ± 0,8**
Т-лимфоциты, $10^9/л$	1,3 ± 0,06	1,8 ± 0,08*	1,4 ± 0,07	1,7 ± 0,1
В-лимфоциты, %	6,0 ± 0,5	9,0 ± 0,8**	6,1 ± 0,4	7,7 ± 0,5***
В-лимфоциты, $10^9/л$	0,3 ± 0,04	0,5 ± 0,05**	0,4 ± 0,09	0,5 ± 0,07
Функциональная активность нейтрофилов крови, %				
– спонтанный тест	7,3 ± 0,2	8,6 ± 0,1*	7,4 ± 0,3	8,1 ± 0,7
– индуцированный тест	19,5 ± 0,6	25,8 ± 0,7*	20,0 ± 0,4	24,1 ± 0,6*
Имуноглобулины, мг/мл				
– G	12,3 ± 0,1	17,9 ± 0,6*	13,0 ± 0,2	16,4 ± 0,3*
– M	0,85 ± 0,02	1,3 ± 0,01*	0,86 ± 0,07	1,1 ± 0,09
Лизоцимная активность сыворотки крови, %	2,0 ± 0,1	3,2 ± 0,4**	2,1 ± 0,2	2,9 ± 1,0

Примечание. Достоверность различий по сравнению с фоновыми исследованиями: *p < 0,001, **p < 0,01, ***p < 0,05.

В результате проведенных исследований установлено (табл. 2), что сочетанное использование гипериммунной сыворотки животных-доноров с фитопрепаратом Максофит обеспечивало повышение профилактической эффективности на 21,2% в сравнении с контролем. При этом отмечена легкая форма переболевания. Сохранность животных в опытной группе составила 100%, что на 8,3% выше контроля. Среднесуточный прирост живой массы у животных опытной группы был на 26,0% выше в сравнении с контролем.

Таблица 2

Профилактическая эффективность сочетанного применения препаратов

Показатели	Группы животных	
	Опытная	Контрольная
	Гипериммунная сыворотка животных-доноров подкожно в дозе 1 мл/кг живой массы, трехкратно с интервалом 10—12 дней	
	Аэрозольная обработка 3,5% раствором Максофита в дозе 4,0 мл/м ³	Аэрозольная обработка 3,5% раствором настойки эхинацеи пурпурной в дозе 4,0 мл/м ³
Количество животных, гол.	52	48
Заболело, гол. (%)	2 (3,8)	12 (25,0)
Форма переболевания, гол.		
— легкая	2	7
— тяжелая	0	5
Пало, гол., (%)	0	4 (8,3)
Эффективность, %	96,2	75,0
Сохранность телят, %	100	91,7
Среднесуточный прирост живой массы, г	890,0 ± 22,8	706,0 ± 21,4

Выводы

Установлено, что применение фитопрепарата Максофит в сочетании с гипериммунной сывороткой животных-доноров способствует достоверному повышению исходно-сниженных показателей иммунитета клинически здоровых телят 20—30-дневного возраста. Обработка телят аэрозолями Максофита из расчета 4,0 мл/м³ помещения трехкратно с интервалом три дня при экспозиции 40 минут в комплексе с подкожным введением гипериммунной сыворотки животных-доноров в дозе 1,0 мл/кг живой массы трехкратно с интервалом 10—12 дней, обеспечивает повышение профилактической эффективности и 100% сохранность животных в условиях стационарного неблагополучия по смешанным вирусно-бактериальным респираторным инфекциям.

© Сисягин П.Н., Реджепова Г.Р., Сисягина Е.П., Леонтьева И.Л., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Масимов И.А. Смешанные респираторные инфекции КРС // Ветеринарный консультант. 2003. № 9—10. С. 10—14.
- [2] Сисягин П.Н. [и др.] Метод коррекции иммунного статуса телят в критический период выращивания // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 143—145.

- [3] Лисицын В.В. Заболевания молодняка крупного КРС вирусной этиологии. Средства профилактики // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. 2013. № 3. С. 6—12.
- [4] Сисягина Е.П. [и др.] Применение фитопрепаратов для профилактики респираторных болезней телят // *Ветеринарная практика*. 2008. № 3. С. 94—97.
- [5] Фёдоров Ю.Н. [и др.] Иммуномодуляторы и стратегия их применения // *Ветеринария*. 2015. № 7. С. 3—7.
- [6] Блохин А.А., Исаев В.В., Бурова О.А. Метод коррекции иммунодефицитных состояний телят // *Ветеринария и кормление*. 2016. № 2. С. 54—57.
- [7] Горбань Н.И. Вирусные респираторные болезни животных. Киев: Урожай, 1981.
- [8] Блинов Н.И. Методы выявления и идентификации Т- и В-лимфоцитов // *Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии* / Под ред. Кондрахина. М., 1985. С. 215—222.
- [9] Виксман М.Е., Маянский А.Н. Способ оценки функциональной активности нейтрофилов крови человека по реакции восстановления нитросинего тетразолия // *Методические рекомендации*. Казань, 1979.
- [10] Manchini G., Carbonara A.O., Hereman I.P. Immunochemical quantitation of antigens by single radial Immunodiffusion // *Immunochemistry*. 1965. V. 2. P. 235—254.
- [11] Дорофейчук В.Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом // *Лабораторное дело*. 1969. № 1. С. 15—18.
- [12] Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969.

PREVENTION OF MIXED RESPIRATORY INFECTIONS IN YOUNG CATTLE

**P.N. Sisyagin¹, G.R. Redzhepova¹,
E.P. Sisyagina¹, I.L. Leonteva²**

¹Scientific Research Veterinary Institute
of Non-Chernozem Zone of the Russian Federation
Veterinarnaya str., 3, Nizhny Novgorod, Russia, 603950

²Russian State Agrarian University
Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127550

The possibility of use of phytomedicine in conjunction with hyperimmune serum of animal donors to enhance the preventive effectiveness at mixed respiratory infections in calves was studied. In a farm in Nizhny Novgorod region with unfavorable in terms of mixed respiratory infections of viral and bacterial etiology a high level of morbidity (80%) and mortality (26%) was revealed. Before use of medicines in clinically healthy calves aged 20—30 days mild immunodeficiency was found characterizing by decrease in relative T-cell content by 20.0%, functional activity of blood neutrophils in spontaneous and induced tests by 19.0%, lysozyme activity by 29.0% when compared with minimum value of the physiological norm for this age period. On the background of the immunological imbalance drastically decreases the effectiveness of traditional therapies. Use of Maxophyt in conjunction with hyperimmune serum of donor animals promoted statistically significant rise in initially reduced immunological parameters and intense specific immunity in clinically healthy calves: absolute and relative T- and B-cell content increased by 36.0%, 38.0% and 50.0%, 67.0% respectively, functional activity of blood neutrophils in spontaneous and induced tests by 18.0% and 32.0%, IgG and IgM levels by 46.0% and 53.0% respectively, lysozyme activity of blood serum by 60.0%. Subcutaneous injection of hyperimmune serum of donor animals in conjunction with aerosol

treatment with phytomedicine Maxophyt enhanced the preventive effectiveness at mixed respiratory infections of viral and bacterial etiology to 96.2% which was 21.2% higher when compared with the control and average daily body weight gain to 890.0 ± 22.8 g which was 26.0% higher when compared with the control. Combination of medicines provided the 100% safety of calves in experimental groups which was 8.3% higher when compared with the control. The course of disease in experimental calves was mild.

Key words: calves, mixed respiratory infections, immune status, hyperimmune serum, Maxophyt, prevention

REFERENCES

- [1] Masimov I.A. Smeshannye respiratornye infekcii KRS. *Veterinarnyj konsul'tant*. 2003. № 9—10. S. 10—14.
- [2] Sisjagin P.N. [i dr.] Metod korekcii immunnogo statusa teljat v kriticheskoj period vyrashhivanija. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovanija v veterinarii*. 2015. № 2. S. 143—145.
- [3] Lisicyn V.V. Zabolevanija molodnjaka krupnogo KRS virusnoj jetiologii. Sredstva profilaktiki. *Veterinarija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh*. 2013. № 3. S. 6—12.
- [4] Sisjagina E.P. [i dr.] Primenenie fitopreparatov dlja profilaktiki respiratornyh boleznej teljat. *Veterinarnaja praktika*. 2008. № 3. S. 94—97.
- [5] Fjodorov Ju.N. [i dr.] Immunomoduljatory i strategija ih primenenija. *Veterinarija*. 2015. № 7. S. 3—7.
- [6] Blohin A.A., Isaev V.V., Burova O.A. Metod korekcii immunodeficitnyh sostojanij teljat. *Veterinarija i kormlenie*. 2016. № 2. S. 54—57.
- [7] Gorban' N.I. Virusnye respiratornye bolezni zhivotnyh. Kiev: Urozhaj, 1981.
- [8] Blinov N.I. Metody vyjavlenija i identifikacii T- i V-limfocitov. *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika v veterinarii*. Ed. Kondrahina. Moskva, 1985. S. 215—222.
- [9] Viksman M.E., Majanskij A.N. Sposob ocenki funkcional'noj aktivnosti nejtrofilov krovi cheloveka po reakcii vosstanovlenija nitrosinogo tetrazolija. *Metodicheskie rekomendacii*. Kazan', 1979.
- [10] Manchini G., Carbonara A.O., Hereman I.P. Immunochemical quantitation of antigens by single radial Immunodiffusion. *Immunochemistry*. 1965. V. 2. P. 235—254.
- [11] Dorofejchuk V.G. Opredelenie aktivnosti lizocima nefelometricheskim metodom. *Laboratornoe delo*. 1969. № 1. S. 15—18.
- [12] Plohinskij N.A. Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov. M.: Kolos, 1969.

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

ИНДИКАЦИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ИНФЕКЦИЙ В ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ БИОЧИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ С БИОТИНОВОЙ МЕТКОЙ И КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

А.В. Локорев¹, И.М. Нитяга², Д.В. Федюшин²,
Н.Г. Хоменец³, Л.А. Шаманова¹

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
и технологический институт биологической промышленности»
*п./о. Кашинцево, п. Биокомбинат, Щелковский р-н,
Московская область, Россия, 141142*

²ФГБОУ ВПО «Московский государственный
университет пищевых производств»
Волоколамское шоссе, 11, Москва, Россия, 125080

³Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

В работе представлены результаты разработки ДНК-чипов с биотиновой меткой и колориметрическим детектированием для индикации и идентификации возбудителей инфекций в продукции животного происхождения. Постоянная необходимость мониторинга за особо опасными инфекционными заболеваниями обуславливает актуальность разработки новых эффективных методов идентификации возбудителей этих заболеваний. Показана высокая специфичность и чувствительность методики, составляющая 10^3 — 10^4 бактериальных клеток. Анализ занимает 5—7 часов. Визуальная оценка конечного результата позволяет применять биочиповые тест-системы в стационарных и полевых условиях, лабораториях регионального уровня и референсных центрах.

Применение современной биочиповой технологии исследования позволяет быстро и с высокой достоверностью обнаруживать возбудителей инфекций в различных биологических материалах, типировать штаммы с целью установления общего источника инфекции.

Ключевые слова: чип, биочип, микрочиповая технология, биотиновая метка, идентификация возбудителей инфекций

Введение. Для оценки микробиологической безопасности продукции животного происхождения как в России, так и за рубежом хорошо зарекомендовали себя методы ДНК- и иммунодиагностики. Среди них в последнее время все больше находит применение ДНК- и иммунобиочиповая технология [1—8].

Иммуномикрочиповая технология предназначена для одновременной качественной количественной оценки нескольких образцов продукции. В основе лежит

технология микрочипа, базирующаяся на реакции антиген-антитело. Существует несколько модификаций этой технологии с использованием различных меток.

Например, технология Evidence investigator фирмы «Randox», Великобритания, заключается в следующем: на микрочипе иммобилизованы моноклональные антитела, специфичные к различным агентам (токсинам, гормонам, антимикробным веществам, возбудителям заболеваний и т.д.). На чипе проходит сэндвич-иммуноанализ. Световой сигнал, генерируемый каждой из тестовых зон микрочипа, определяется при помощи технологий получения цифрового изображения.

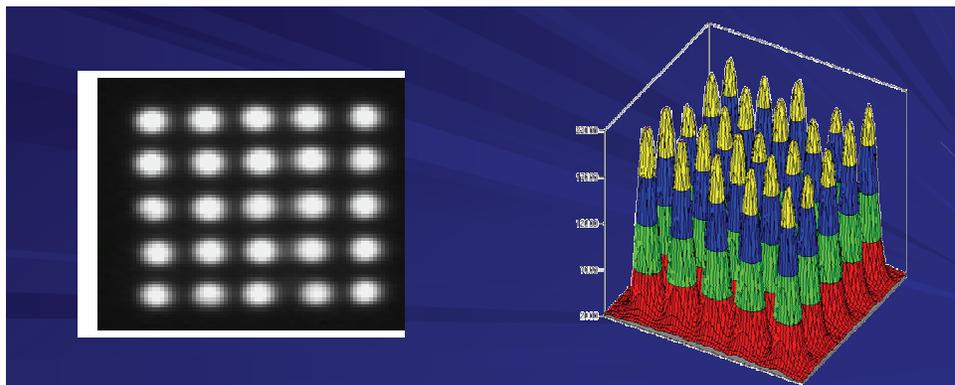


Рис. 1. Матрица распределения светового сигнала микрочипа

Количественная оценка осуществляется с помощью калибровочной кривой, которую строят по стандартам образца с известной концентрацией.

Регистрация конечного результата осуществляется с помощью хемилюминометра. Время реакции составляет от 10 до 20 минут.

Весь анализ с пробоподготовкой занимает 1—2 часа.

В нашей стране в ФГУП «ГосНИИ биологического приборостроения» ФМБА России разработана иммуномикрочиповая технология. Прибор-индикатор фосфоресценции импульсный ИФИ-03 регистрирует сигнал фосфоресценции с поверхности дна лунок микропланшетов (с чипов, выполненных в формате 96 луночных микропланшетов). Прибор также регистрирует длительную люминесценцию (технология ДЕЛФИЯ) и обычную флуоресценцию из объема жидкости в лунках микропланшета. Иммуночипы предназначены для выявления возбудителей чумы, сибирской язвы, туляремии, бруцеллеза, легионеллеза, сапа и мелиоидоза и т.д.

В Германии разработан метод ПЦР-ELISA для определения возбудителя сибирской язвы в твердых образцах. Используют микротитровальные планшеты, покрытые стрептавидином, и планшеты с ковалентносвязанными олигонуклеотидами. Чувствительность теста — 10fg (фг) чистой геномной ДНК или 10 спор, высеянных на 100 г твердого материала. Методику можно представить как вариант ДНК-иммуночипового анализа [7].

Биологические микрочипы — совершенно новое направление современной аналитической биологии и медицины. В 1999 г. на основании данных о различиях в структуре 16S и 23S рибосомальной РНК разработан микрочип, способный улавливать отличия в одну пару оснований в 16S рРНК и дифференцировать как виды,

так и штаммы группы *V. cereus*. При этом только 2 из 40 штаммов других представителей группы имели последовательности 16S рРНК, идентичные *B. anthracis*, но их можно было отличить от сибиреязвенного микроба на основании анализа последовательностей 23S рРНК [4]. В современных условиях при чрезвычайных ситуациях микрочиповая технология имеет перспективу применения в виде портативных устройств для быстрого обнаружения микроорганизма и мониторинга внешней среды. Предложен способ индикации, состоящий в использовании миниатюрного ультразвукового дезинтегратора со специальным картриджем для лизиса, разрушающего споры в течение 30 секунд, с последующим быстрым анализом в реальном времени на ПЦР-микрочипе. Для извлечения ДНК из спор используют минисоникатор. Общее время извлечения и анализа ДНК, используя минисоникатор и микрочип для ПЦР, составляет 15 мин [6].

В России разработан МАГИК-чип (матрица гель-иммобилизованных компонентов на микрочипе), который состоит из массива гидрофильных ячеек гидрогеля, закрепленных на гидрофобной поверхности стекла. Основные манипуляции, необходимые для анализа нуклеиновых последовательностей (ПЦР, отделение праймеров и продуктов амплификации от субстрата, гибридизация, лигирование и т.д.), могут быть проведены в ячейках чипа. В МАГИК-чипе для обнаружения *B. anthracis* ячейки чипа содержат иммобилизованные праймеры с генами *lef* и *pag* [8].

В США также разработан метод микрочиповой твердофазной экстракции для очистки ДНК из биологических образцов, таких как кровь. Кремниевые бусы упаковывают в стеклянные микрочипы и иммобилизуют бусы золь-гелем для стабилизации твердой фазы, на которой будет адсорбироваться ДНК. Оптимальное извлечение ДНК происходит при рН 6,1—7,6. Такие низкие значения рН позволяют сократить время экстракции с 25 мин до 15 мин. При этом единственная стадия приготовления ДНК из крови для анализа на микрочипе — смешивание крови с буфером для нанесения. Процедура детекции инфекционного агента занимает менее 30 мин [8].

Цель исследований. В своей работе мы попытались разработать ДНК-чипы с биотиновой меткой и колориметрическим детектированием.

Исследуемые пробы крови или животной ткани искусственно контаминировали бактериями в концентрациях 10^5 — 10^6 м.к./мл. Затем из них выделяли ДНК. Бактерии лизировали в Трис-ЭДТА буфере, содержащем лизоцим и протеиназу К. Дальнейшую очистку ДНК проводили с помощью детергента «Silico» и магнито-сепарации. ДНК осаждали двойным объемом этанола. Проводили однократную промывку 80-процентным этанолом для осветления раствора ДНК.

Выделенную и очищенную ДНК растворяли в стандартно-солевом растворе (ССР), денатурировали в кипящей водяной бане в течение 5—10 мин, иммобилизовали на мембранные биочипы, предварительно обработанные раствором $10\times$ ССР в виде точек, не допуская их перекрывания.

Иммобилизованную ДНК гибридизовали с мечеными ДНК-зондами. В качестве ДНК-зондов использовали олигонуклеотидные ДНК последовательности, полученные с помощью ПЦР реакции с коммерческими праймерами на *B. subtilis* или *B. anthracis*, например, олигонуклеотидные праймеры, комплементарные по-

следовательностям хромосомных генов *fliC* и *hom2*, имеющие следующие последовательности:

fliC-F: 5'-TGGAGCAGTAACAATTGG-3',

fliC-R: 5'-GCACCACTGATAGAAATGTTAG-3',

hom2-F: 5'-GACGTGTTAAAAGAAGCCCA-3',

hom2-R: 5'-CACCAATTTTCGTCTTTTACA-3'.

На следующем этапе чип обрабатывали конъюгатом стрептавидина с щелочной фосфатазой. На заключительном этапе вносили субстратный раствор. Окрашивание соответствующих точек свидетельствовало о наличии искомой бактериальной ДНК в исследуемом материале.

На чип наносили 3 мл гибридационного раствора. Инкубировали чип 4 часа при 65 °С в плотно закрытой чашке Петри.

Чип отмывали трехкратно по 5 мин на качалке при комнатной температуре в 30 мл отмывочного раствора № 1. Затем отмывали двукратно по 5 мин при температуре 65 °С в 40 мл отмывочного раствора № 2. Затем отмывали однократно в течение 5 мин на качалке при комнатной температуре в 20 мл отмывочного раствора № 3.

Чип помещали в 25 мл блокирующего раствора и инкубировали 20 мин при 37 °С.

Для проведения реакции связывания конъюгата чип ополаскивали в 20 мл раствора TST и переносили в чашку Петри с парафильмом на дне. Наслаивали на чип сверху 3 мл раствора конъюгата и инкубировали в течение 30 мин при комнатной температуре.

Чип отмывали трехкратно по 10 мин на качалке при комнатной температуре в 30 мл раствора TST и однократно в 7 мл раствора проявляющей смеси.

Переносили чип в чашку Петри с настеленным на дно парафильмом и наслаивали сверху 3 мл проявляющей смеси. Чип инкубировали в темноте при 37 °С или при комнатной температуре в течение нескольких 2—3 часов до появления окраски в пятне, содержащем контрольный положительный образец. Чип промывали в водопроводной воде для остановки проявления и высушивали, проводили оценку результата.

На рисунке 2 схематично представлены результаты окрашивания точек чипов с гибридными молекулами ДНК.

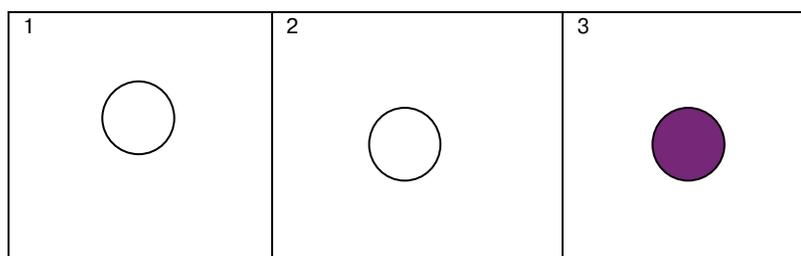


Рис. 2. Схематичные результаты окрашивания точек чипов

1 — отрицательный контроль (фон — чистый чип, без ДНК); 2 — отрицательный контроль (иммобилизованная ДНК *B. subtilis* + ДНК-зонд на *B. anthracis*); 3 — положительный контроль (иммобилизованная ДНК на *B. anthracis* + ДНК-зонд на *B. anthracis*)

В таблице 1 представлены результаты гибридизации ДНК-зондов с иммобилизованными на биочипах ДНК различных бактерий, которые показывают высокую специфичность методики.

Как видно из представленных данных, гибридизация происходит только в гомологичных системах (иммобилизованная ДНК и ДНК-зонд одного и того же вида бактерий).

Чувствительность метода составляла 10^3 — 10^4 бактериальных клеток.

Таблица 1

Специфичность методики определения возбудителей инфекций на основе биочиповой технологии с биотиновой меткой и колориметрическим детектированием

Иммобилизованная на чипе ДНК	ДНК-зонд на <i>B. anthracis</i>	ДНК-зонд на <i>B. subtilis</i>
	Степень окрашивания чипов	Степень окрашивания чипов
<i>B. anthracis</i>	++++	–
<i>B. subtilis</i>	–	++++
<i>B. cereus</i>	–	–
<i>E. coli</i>	–	–
<i>Erysipelothrix insidiosa</i> (возбудитель рожи свиней)	–	–

Примечания: (++++) — максимальное окрашивание; (–) — отсутствие окрашивания или на уровне фона.

Заключение. Разработанная методика дает возможность проводить индикацию и идентификацию возбудителей инфекций, включая особо опасные в продукции животного происхождения. Анализ занимает 5—7 часов. Визуальная оценка конечного результата позволяет применять биочиповые тест-системы в стационарных и полевых условиях.

Использование современных молекулярно-биологических методов и, в частности, биочиповой технологии исследования позволяет не только быстро и достоверно обнаруживать возбудителей инфекций в различных биологических материалах, но и типировать штаммы с целью установления общего источника инфекции.

© Локорев А.В., Нитяга И.М., Федюшин Д.В., Хоменец Н.Г., Шаманова Л.А., 2016

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Применение иммуномикрочиповой технологии для контроля безопасности и качества пищевых продуктов / В.С. Бабунова, Д.А. Онищенко, О.А. Ярова, А.В. Артемов, М.В. Кондратьева, С.В. Луцык // Сборник ГНУ ВНИИВСГЭ «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». М., 2011. № 1(5). С. 12—17.
- [2] Барский В.Е., Колчинский А.М., Лысов Ю.П., Мирзабеков А.Д. Биологические микрочипы, содержащие иммобилизованные в гидрогеле нуклеиновые кислоты, белки и другие соединения: свойства и приложение в геномике // Мол. биол. 2002. Т. 36. № 4. С. 563—584.
- [3] Кутырев В.В., Смирнова Н.И. Генодиагностика и молекулярное типирование возбудителей чумы, холеры и сибирской язвы // Мол. ген. микробиол. вирусол. 2003. № 1. С. 6—14.

- [4] Тест-системы и технические средства ускоренного контроля безопасности и качества объектов ветеринарного надзора / В.В. Светличкин, А.Б. Кононенко, С.П. Ярков, А.А. Стрелков, М.В. Кондратьева, А.И. Панюшкин // Сборник ГНУ ВНИИВСГЭ «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». М., 2010. № 1. С. 26—33.
- [5] Усовершенствование контроля сальмонелл в мясе и мясных продуктах с помощью ПЦР в режиме реального времени и робототехники для выделения матричной ДНК / И.М. Нитяга, Б.В. Уша, Е.Н. Морозова, Н.Г. Хоменец // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2016. № 1. С. 61—65.
- [6] A minisonicator to rapidly disrupt bacterial spores for DNA analysis / P. Belgrader, D. Hansford, G.T. Kovacs, K. Venkateswaran, R.Jr. Mariella, F. Milanovich, S. Nasarabadi, M. Okuzumi, F. Pourahmadi, M.A. Northrup // *Anal. Chem.* 1999. Vol. 71. No. 19. P. 4232—6.
- [7] Beyer W., Pocivalsek S., Bohm R. Polymerase chain reaction-ELISA to detect *Bacillus anthracis* from soil amples-limitations of present published primers // *J. Appl. Microbiol.* 1999. Vol. 87. No. 2. P. 229—36.
- [8] Microchip-based purification of DNA from biological samples / M.C. Breadmore, K.A. Wolfe, I.G. Arcibal, W.K. Leung, D. Dickson, B.C. Giordano, M.E. Power, J.P. Ferrance, S.H. Feldman, P.M. Norris, J.P. Landers // *Anal. Chem.* 2003. Vol. 75. No. 8. P.1880—6.
- [9] Development of an Evidence biochip array kit for the multiplex screening of more than 20 anthelmintic drugs / J. Porte, N. oLoan, B. Bell, J. Mahoney, M. McGarrity, Rl. McConnell, S.P. Fitzgerald // *Anal. Bioanal Chem.* 2012 Jul. 403(10). P. 3051—6.

INDICATION AND IDENTIFICATION OF INFECTIOUS AGENTS IN ANIMAL PRODUCTS BASED ON BIOCHIP TECHNOLOGY WITH A BIOTIN LABEL AND COLORIMETRIC DETECTION

**A.V. Lokorev¹, I.M. Nityaga², D.V. Fedyushin²,
N.G. KHomenets³, L.A. Shamanova¹**

¹FGBNU “All-Russian Research and Technology Institute of Biological Industry”
p. Biokombinat, n. Kashintseva, Shchelkovo district, Moscow region, Russia, 141142

²FGBOU VPO “Moscow State University of Food Production”
Volokolamsk highway, 11, Moscow, Russia, 125080

³Peoples’ Friendship University of Russia
Miklykko-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

The results of the development of DNA chips with biotin uterus and colorimetric detection to indicate and identify pathogens in animal products. The constant need to monitor for dangerous infectious diseases makes the urgency of developing new effective methods of identification of pathogens of these diseases. The high specificity and sensitivity of the technique, is 10^3 — 10^4 bacterial cells. The analysis takes 5—7 hours. Visual assessment of the end result allows for biochip test systems in stationary and field conditions, laboratories and regional reference centers.

The application of modern biochip technology research quickly and with high reliability to detect infectious agents in a variety of biological materials, typified by strains in order to establish a common source of infection.

Key words: chip, biochip, microarray technology, a biotin label, the identification of infectious agents

REFERENCES

- [1] Babunova V.S., Onishhenko D.A., Jarova O.A., Artemov A.V., Kondrat'eva M.V., Lucyk S.V. Primenenie immunomikrochipovoj tehnologii dlja kontrolja bezopasnosti i kachestva pishhevych produktov. *Sbornik GNU VNIIVSGJe «Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i jekologii»*. M., 2011. № 1(5). S. 12—17.
- [2] Barskij V.E., Kolchinskij A.M., Lysov Ju.P., Mirzabekov A.D. Biologicheskie mikrochipy, sodержashhie immobilizovannye v gidrogele nukleinovye kisloty, belki i drugie soedinenija: svoystva i prilozhenie v genomike. *Mol. biol.* 2002. T. 36. № 4. S. 563—584.
- [3] Kutjrev V.V., Smirnova N.I. Genodiagnostika i molekularnoe tipirovanie vozбудitelej chumy, holery i sibirskoj jazvy. *Mol. gen. mikrobiol. virusol.* 2003. № 1. S. 6—14.
- [4] Svetlichkin V.V., Kononenko A.B., Jarkov S.P., Strelkov A.A., Kondrat'eva M.V., Panjushkin A.I. Test-sistemy i tehničeskie sredstva uskorennoho kontrolja bezopasnosti i kachestva ob'ektov veterinarnogo nadzora. *Sbornik GNU VNIIVSGJe «Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i jekologii»*. M., 2010. № 1. S. 26—33.
- [5] Nitjaga I.M., Usha B.V., Morozova E.N., Homenec N.G. Uovershenstvovanie kontrolja sal'monell v mjase i mjasnyh produktah s pomoshh'ju PCR v rezhime real'nogo vremeni i robototehniki dlja vydelenija matrichnoj DNK. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Agronomija i zhivotnovodstvo*. 2016. № 1. S. 61—65.
- [6] Belgrader P., Hansford D., Kovacs G.T., Venkateswaran K., Mariella R.Jr., Milanovich F., Nasarabadi S., Okuzumi M., Pourahmadi F., Northrup M.A. A minisonicator to rapidly disrupt bacterial spores for DNA analysis. *Anal. Chem.* 1999. V. 71. N. 19. P. 4232—6.
- [7] Beyer W., Pocivalsek S., Bohm R. Polymerase chain reaction-ELISA to detect *Bacillus anthracis* from soil amples-limitations of present published primers. *J. Appl. Microbiol.* 1999. V. 87. N. 2. P. 229—36.
- [8] Breadmore M.C., Wolfe K.A., Arcibal I.G., Leung W.K., Dickson D., Giordano B.C., Power M.E., Ferrance J.P., Feldman S.H., Norris P.M., Landers J.P. Microchip-based purification of DNA from biological samples. *Anal. Chem.* 2003. V. 75. N. 8. P. 1880—6.
- [9] Porte J., oLoan N., Bell B., Mahoney J., McGarrity M., McConnell Rl., Fitzgerald SP. Development of an Evidence biochip array kit for the multiplex screening of more than 20 anthelmintic drugs. *Anal. Bioanal Chem.* 2012 Jul. 403(10). R.3051—6.

НАШИ АВТОРЫ

Белопухов Сергей Леонидович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой физической и органической химии, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: belopuhov@mail.ru

Вандышев Виктор Васильевич — кандидат фармацевтических наук, доцент Агробиотехнологического департамента Российского университета дружбы народов; e-mail: vandishev2006@mail.ru

Гукалов Виктор Владимирович — кандидат сельскохозяйственных наук, директор сельскохозяйственного предприятия им. В.И. Ленина Краснодарского края, Кубанский государственный аграрный университет; e-mail: belopuhov@mail.ru

Довлетярова Эльвира Анварбековна — кандидат биологических наук, директор Агробиотехнологического департамента Российского университета дружбы народов; e-mail: kinet_ppa@mail.ru

Ильичева Полина Игоревна — инженер кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: belopuhov@mail.ru

Каримова Елена Владимировна — аспирант кафедры биохимии Российского университета дружбы народов; e-mail: elenavkar@mail.ru

Каширская Наталия Яковлевна — доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке ФГБНУ «ВНИИС им. И.В. Мичурина»; e-mail: info@vniismich.ru

Котенко Марина Евгеньевна — кандидат биологических наук, Дагестанский государственный университет; e-mail: belopuhov@mail.ru

Леонтьева Ирина Леонидовна — кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры морфологии и ветеринарии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: irina_irina_1988_1988@mail.ru

Локорев Андрей Владимирович — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности»; e-mail: svetl.bbc@yandex.ru

Мирошникова Екатерина Алексеевна — старший преподаватель Агробиотехнологического департамента Российского университета дружбы народов; e-mail: vandishev2006@mail.ru

Мосина Людмила Владимировна — доктор биологических наук, профессор кафедры экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: kinet_ppa@mail.ru

Нагорный Виктор Дмитриевич — доктор сельскохозяйственных наук, профессор агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: nagvic@yandex.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

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

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

Петровская Полина Александровна — старший преподаватель Агробиотехнологического департамента Российского университета дружбы народов; e-mail: kinet_ppa@mail.ru

Расуанайву Нурусон Арималала — магистрант второго года обучения, агробиотехнологический департамент Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: rasoanaivo.noroson@gmail.com

Реджепова Гуля Реджеповна — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский ветеринарный институт Нечерноземной зоны Российской Федерации»; e-mail: nivinzrf@yandex.ru

Рыцова Екетарина Олеговна — кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель департамента ветеринарной медицины Российского университета дружбы народов; e-mail: Ekaterina-ryscova@yandex.ru

Савич Виталий Игоревич — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: Savich.mail@gmail.com

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

Сисягин Павел Николаевич — доктор ветеринарных наук, профессор, член-корреспондент РАН, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский ветеринарный институт Нечерноземной зоны Российской Федерации»; e-mail: nivinzrf@yandex.ru

Сисягина Елена Павловна — доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский ветеринарный институт Нечерноземной зоны Российской Федерации»; e-mail: nivinzrf@yandex.ru

Скрылёв Алексей Анатольевич — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ВНИИС им. И.В. Мичурина»; e-mail: skrylevaa@gmail.com

Смирнова Ирина Павловна — доктор биологических наук, профессор кафедры биохимии Российского университета дружбы народов; e-mail: smir-ip@yandex.ru

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

Федорова Татьяна Александровна — кандидат биологических наук, доцент Агробиотехнологического департамента Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: botanik@agro.pfu.edu.ru

Федюшин Дмитрий Владимирович — магистрант ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств»; e-mail: svetl.bbc@yandex.ru

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

Шакирова Галия Рафгатовна — доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии, гистологии животных имени А.Ф. Климова, Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина; e-mail: bio_duchess@rambler.ru

Шакирова Светлана Марселевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры морфологии, патологии, фармации и незаразных болезней, Башкирского государственного аграрного университета; e-mail: avorikash@rambler.ru

Шаманова Людмила Андреевна — научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности»; e-mail svetl.bbc@yandex.ru.

Шнейдер Юрий Андреевич — заведующий лабораторий вирусологии ФГБУ «Всероссийского центра карантина растений»; e-mail: doc_0586@mail.ru

Научный журнал

ВЕСТНИК
Российского университета
дружбы народов

Серия:
АГРОНОМИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

2016, № 3

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»
(ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198)

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

Адрес редакции:
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419
Тел.: (495) 955-07-16; e-mail: ipk@pfur.ru

Адрес редакционной коллегии
серии «Агрономия и животноводство»:
ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2, Москва, Россия, 117198
Тел.: (495) 434-70-07
e-mail: agrojournalrudn@pfur.ru

Подписано в печать 02.09.2016. Выход в свет 16.09.2016. Формат 70×100/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. печ. л. 10,23. Тираж 500 экз. Заказ № 834

Цена свободная.

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

Scientific journal

BULLETIN
of Peoples' Friendship
University of Russia

Series:
AGRONOMY AND ANIMAL INDUSTRIES

2016, N 3

Editor *K.V. Zenkin*
Computer design *E.P. Dovgolevskaya*

Address of the editorial board:
Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419
Ph. +7 (495) 955-07-16; e-mail: ipk@pfur.ru

Address of the editorial board
Series «Agronomy and animal industries»:
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198
Ph. +7 (495) 434-70-07
e-mail: agrojournalrudn@pfur.ru

Printing run 500 copies

Open price

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

ф. СП-1

ФГУП «ПОЧТА РОССИИ»

АБОНЕМЕНТ на журнал

36842

(индекс издания)

ВЕСТНИК РУДН
Серия «Агрономия
и животноводство»

Количество
комплектов:

на 2017 год по месяцам

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВочНАЯ КАРТОЧКА

ПВ	место	литер

на журнал

36842

(индекс издания)

ВЕСТНИК РУДН

Серия «Агрономия и животноводство»

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

на 2017 год по месяцам

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ф. СП-1

ФГУП «ПОЧТА РОССИИ»

АБОНЕМЕНТ на журнал

ВЕСТНИК РУДН

Серия _____

(индекс издания)

Количество
комплектов: _____

на 2017 год по месяцам

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

ПВ	место	литер

на журнал

(индекс издания)

ВЕСТНИК РУДН

Серия _____

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

на 2017 год по месяцам

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

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДЛЯ ЗАМЕТОК
