

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Сборник научных трудов
по материалам
VI Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 31 декабря 2014 г.

В шести частях
Часть I



Белгород
2015

УДК 001
ББК 72
Т 33

Теоретические и прикладные аспекты современной науки :
Т 33 сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции 31 декабря 2014 г.: в 6 ч. / Под общ. ред. М.Г. Петровой. – Белгород : ИП Петрова М.Г., 2015. – Часть I. – 188 с.

ISBN 978-5-9906141-1-6

ISBN 978-5-9906141-2-3 (Часть I)

В сборнике рассматриваются актуальные научные проблемы по материалам VI Международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные аспекты современной науки» (г. Белгород, 31 декабря 2014 г.).

Представлены научные достижения ведущих ученых, специалистов-практиков, аспирантов, соискателей, магистрантов и студентов по физико-математическим, химическим, биологическим, сельскохозяйственным наукам.

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору № 690-11/2014 от 05.11.2014 г.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:
www.issledo.ru

УДК 001
ББК 72

ISBN 978-5-9906141-1-6
ISBN 978-5-9906141-2-3 (Часть I)

© Коллектив авторов, 2015
© ИП Петрова М.Г. (АПНИ), 2015

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»	6
<i>Аббязов Р.Р., Червон С.В., Крюков С.В.</i> ФАНТОМНОЕ ПОЛЕ В ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ КИРАЛЬНОЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ	6
<i>Афанасьев В.И., Захаров В.М.</i> ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОСТРОГОЛОВЫХ УДАРНИКОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ В ПРЕГРАДЫ	8
<i>Ахвердиева Г.А.</i> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОНФОРМАЦИЙ	11
<i>Водолад С.Н., Титова Е.А.</i> ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВЫРАЖЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ОБРАТНЫЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ, В КУРСЕ АЛГЕБРЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	15
<i>Демухамедова С.Д., Гаджиев З.И.</i> ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ ОЛИГОМЕРОВ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ПЭГ4 И ПЭГ5 С АТОМОМ ХЛОРА	18
<i>Денисова О.А.</i> ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ АКУСТООПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ.....	22
<i>Замбург Е.Г., Шипулин И.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ОБЕДНЕНИЯ НОСИТЕЛЯМИ ЗАРЯДА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК ZnO ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ.....	26
<i>Кубасов А.С., Червон С.В., Денисова О.Д.</i> КОНСТРУИРОВАНИЕ ТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ В КИРАЛЬНОЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ГРАВИТАЦИИ ЭЙНШТЕЙНА-ГАУССА-БОННЕ.....	30
<i>Прохоров И.А., Серебряков Ю.А., Власов В.Н., Коробейникова Е.Н.</i> КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ НЕОДНОРОДНОСТИ В КРИСТАЛЛАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА.....	32
<i>Солопова В.Ю., Солодовник Л.Ф., Цецорина Т.А.</i> РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ	37
<i>Ткачѳв В.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ТЕРМИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В КЕРАМИЧЕСКОЙ ТРУБКЕ СБОРНОГО СТОПОРА	40
<i>Шаханова Г.А., Мубарак Н.</i> ПРИБЛИЖЕННЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ КЛАСТЕРА В ВЕЩЕСТВЕ.....	43
СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»	49
<i>Богачев Д.А., Бельков А.И.</i> ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСА «МИЦЕЛЛА ПИГМЕНТ – ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПРИМЕСИ И МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ» НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА СУШКИ.....	49
<i>Леонтьева А.И., Выжанов А.В., Фархан У.Х., Егорова А.С.</i> ПОДХОДЫ К СНИЖЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ (ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВ) В АТМОСФЕРУ, ПУТЕМ ИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СТРУКТУР МАТРИЦ.....	52
<i>Леонтьева А.И., Космынин Ф.Г., Аль-Дури Ф.Р.</i> ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В НЕОРГАНИЧЕСКИЕ.....	55

Обоян Н.Г., Овакимян С.А. ПРОПАРГИЛОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В СИНТЕЗЕ МЕРКУРОПРОИЗВОДНЫХ	57
Овакимян С.А., Обоян Н.Г., Овсепян В.С., Бабаханян А.В. СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ СВОЙСТВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ГРУППУ ПРОПАРГИЛЬНОГО ТИПА	60
Румянцева В.Е., Румянцева К.Е., Коновалова В.С. ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ, ВВОДИМЫХ В РАСТВОРЫ ХОЛОДНОГО ФОСФАТИРОВАНИЯ, НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОРМИРУЕМЫХ ФОСФАТНЫХ ПЛЕНОК	62
СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»	67
Баранчикова М.А. К ВОПРОСУ О ДИНАМИКЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ИЗРЕЖИВАНИЯ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР.....	67
Бушуев Н.Н. АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЧЕЛОВЕКА.....	69
Гавриличева И.С. МЕЖПОРОДНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЛОШАДЕЙ РЫСИСТЫХ ПОРОД ПО 17 ЛОКУСАМ МИКРОСАТЕЛЛИТОВ ДНК.....	74
Давыдова О.А., Лукьянов А.А., Ваганова Е.С., Гусева И.Т. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ НА ТЕРРИТОРИИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	77
Калашишникова Т.В. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ БАБЕЗИОЗОВ НЕПАРНОКОПЫТНЫХ.....	80
Карташев А.Г., Залялетдинова Н.А. ВЛИЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СООБЩЕСТВО ИНFUЗОРИЙ	82
Коряк Ю.А. ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИЙ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЫШЕЧНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА	87
Кочеткова К.В., Фаизов Р.Р., Гусева И.Т., Давыдова О.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. УЛЬЯНОВСКА)	101
Мещерякова О.Л., Гойкалова О.Ю., Корнеева О.С. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИММОБИЛИЗАЦИИ В-ФРУКТОФУРАНОЗИДАЗЫ НА ВОЛОКНИСТОМ ИОНООБМЕННИКЕ МАРКИ ФИБАН А-6	103
Павлова Н.С. ОСОБЕННОСТИ СУТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ СТЕПНОЙ АССОЦИАЦИИ МУРАВЬЕВ (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) В ХВАЛЫНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	106
Петухов А.С., Петухова Г.А. БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КЛЕТКАХ ОВСА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ СТРЕССА	109
Петухова Г.А., Дмитриева В.В., Дузева В.В., Читаева А.А. ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ НА РАСТЕНИЯ И ЖИВОТНЫХ.....	114
Полякова Ю.А., Залялетдинова К.Ф. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПОЧВАХ ТОМСКОГО РАЙОНА	117
Субботина Е.Ю., Максимова Ю.В. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ САМЦОВ И СПЕРМАТОГЕНЕЗА ГРИБНЫХ КОМАРОВ (DIPTERA, SCIAROIDEA)	120
Тригуб А.Г. ВЛИЯНИЕ КОЛЛОИДНОГО НАНОСЕРЕБРА НА ПРЕСНОВОДНЫЕ И МОРСКИЕ ПЛАНКТОННЫЕ ОРГАНИЗМЫ	123

СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»	136
<i>Автухович И.Е.</i> ОБОБЩЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИНДУЦИРОВАННОЙ ФИТОЭКСТРАКЦИИ	136
<i>Амелин А.В., Фесенко А.Н., Заикин В.В.</i> АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА РАСТЕНИЙ ГРЕЧИХИ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ	139
<i>Афанасьева Н.А., Надточий Л.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМА ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ КОШЕК.....	144
<i>Внукова М.А., Титова Е.М.</i> ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ	146
<i>Григорьева О.И., Головина А.В.</i> ПОСТЕПЕННЫЕ РУБКИ В ЛИСИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ	152
<i>Данченко М.А.</i> ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	155
<i>Дащенко А.В., Мищенко Л.Т., Петренкова В.П.</i> ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ <i>ESCHINACEA PURPUREA</i> (L.) MOENCH К БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ	157
<i>Кондрашова Д.В., Григорьева О.И., Мыщак Г.Я.</i> ВЛИЯНИЕ УХОДА ЗА ЛЕСОМ НА ОБЩУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ.....	162
<i>Кравченко Т.С., Григорьева О.И., Абдулова М.А.</i> ТЕНДЕНЦИИ РОСТА ДРЕВОСТОЕВ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	165
<i>Новиков А.А., Семак М.С.</i> ВЫЯВЛЕНИЕ, РОЛЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В СЕЛЕКЦИИ СВИНЕЙ	167
<i>Новиков А.А., Хрунова А.А.</i> ИЗМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО СТАТУСА ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПОД ВЛИЯНИЕМ ГОЛШТИНИЗАЦИИ	172
<i>Поминов А.В., Дьячук Т.И., Кибкало И.А., Хомякова О.В.</i> ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ ТРИТИКАЛЕ ПО ПРОНИЦАЕМОСТИ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН	177
<i>Суслина Е.Н., Башмакова Н.В.</i> МАРКЕРНАЯ ОЦЕНКА – ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗВЕДЕНИЯ И СЕЛЕКЦИИ СВИНЕЙ.....	181
<i>Токарев Н.А., Токарева Н.Д.</i> ВЛИЯНИЕ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ХЛОПЧАТНИКА НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ.....	183
<i>Храброва Л.А., Блохина Н.В.</i> ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ЧИСТОКРОВНЫХ ВЕРХОВЫХ КОБЫЛ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ГЕТЕРОЗИГОТНОСТИ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ.....	185

СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»

ФАНТОМНОЕ ПОЛЕ В ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ КИРАЛЬНОЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Аббязов Р.Р.

научный сотрудник Отдела научных исследований и инноваций
УлГПУ им. И.Н. Ульянова, кандидат физико-математических наук,
Россия, г. Ульяновск

Червон С.В.

главный научный сотрудник Отдела научных исследований и инноваций
УлГПУ им. И.Н. Ульянова, доктор физико-математических наук, профессор,
Россия, г. Ульяновск

Крюков С.В.

инженер-электроник отдела ИТиОО УлГПУ им. И.Н. Ульянова,
Россия, г. Ульяновск

В настоящей работе рассматривается киральная космологическая модель, обобщающая традиционные модели с одним скалярным полем, способная описывать эволюцию Вселенной на ранней стадии.

Ключевые слова: киральная космологическая модель, точные решения, фантомное поле, инфляционное расширение.

Действие киральной космологической модели (нелинейной сигма модели с потенциалом взаимодействия) в общем случае имеет вид [1,2]

$$S = \int d^4x \sqrt{-g} \left(\frac{R}{16\pi G} + \frac{1}{2} h_{AB}(\varphi) \varphi_{,\mu}^A \varphi_{,\nu}^A g^{\mu\nu} - V(\varphi) \right). \quad (1)$$

Здесь поля φ^A соответствуют координатам внутреннего (кирального) пространства модели, «,v» означают производные по координатам пространства– времени Фридмана с метрическим тензором $g_{\mu\nu}$, $V(\varphi)$ описывает потенциальное взаимодействие полей φ^A .

Мы рассматриваем задачу о нахождении точных решений уравнений киральной космологической модели, описывающей Вселенную с пространственно-плоской метрикой Фридмана

$$ds^2 = dt^2 - a(t)^2 \left(dr^2 + r^2 \left[d\theta^2 + \sin^2(\theta) d\varphi^2 \right] \right), \quad (2)$$

и метрикой кирального пространства, которая имеет вид

$$ds_\sigma^2 = \varepsilon d\varphi^2 + \eta h_{22}(\varphi, \psi) d\psi^2, \quad \varepsilon, \eta = \pm 1, \quad h_{22} > 0. \quad (3)$$

В многообразии двухкомпонентных киральных космологических моделей можно выделить следующие параметризации для фантомно– канонической модели $\varepsilon = -1, \eta = 1$ и $\varepsilon = 1, \eta = -1$.

Уравнения Эйнштейна

$$H^2 = \frac{8\pi G}{3} \left[\frac{1}{2} \varepsilon \dot{\phi}^2 + \frac{1}{2} \eta h_{22} \dot{\psi}^2 + V \right], \quad (4)$$

$$\dot{H} = -8\pi G \left[\frac{1}{2} \varepsilon \dot{\phi}^2 + \frac{1}{2} \eta h_{22} \dot{\psi}^2 \right]. \quad (5)$$

и полевые уравнения рассматриваемой здесь киральной космологической модели имеют вид

$$3\varepsilon H \dot{\phi} + \varepsilon \ddot{\phi} - \frac{1}{2} \eta \frac{\partial h_{22}}{\partial \phi} \dot{\psi}^2 + \frac{\partial V}{\partial \phi} = 0, \quad (6)$$

$$3\eta H h_{22} \dot{\psi} + \eta \dot{h}_{22} \dot{\psi} + \eta h_{22} \ddot{\psi} + \frac{\partial V}{\partial \psi} = 0. \quad (7)$$

Для упрощения системы, мы рассматриваем плоский потенциал самодействия $V = \text{const}$, являющийся постоянным в короткий промежуток времени, что соответствует инфляционной парадигме. То есть, данная модель с плоским потенциалом рассматривается как кинетическая модель с Λ -членом. Также положим $8\pi G = 1$. После преобразований из (1) – (2) можно выделить уравнение, зависящее от параметра Хаббла и Λ -члена:

$$3H^2 + \dot{H} = \Lambda. \quad (8)$$

откуда получаются хорошо известные решения

$$H = \sqrt{\frac{\Lambda}{3}} \tanh(\sqrt{3\Lambda}t), \quad (9)$$

$$a = a_* [\cosh(\sqrt{3\Lambda}t)]^{1/3}. \quad (10)$$

Уравнение состояния полей киральной космологической модели в таком случае принимает вид [3]

$$\omega_{DS} = \frac{K - \Lambda}{K + \Lambda} = -1 - \frac{2\dot{H}}{3H^2} = -1 - \frac{2}{\sinh^2(\sqrt{3\Lambda}t)}. \quad (11)$$

С использованием решения (7) можно получить следующие асимптоты

$$\omega_{DS} \xrightarrow[t \rightarrow 0]{} -\infty, \omega_{DS} \xrightarrow[t \rightarrow \infty]{} -1 \quad (12)$$

Учитывая полученное выражение для эволюции масштабного фактора, можно получить первый интеграл второго полевого уравнения (7)

$$|\dot{\psi}| = \frac{|C_1|}{|\eta| h_{22}(\phi) \cosh(\sqrt{3\Lambda}t)}. \quad (13)$$

Таким образом, наблюдается сильное фантомное влияние на ранней стадии эволюции Вселенной и доминирование темной энергии на поздних стадиях в рассматриваемой нами модели без материи и радиации в течение сверхкороткого промежутка времени в процессе ранней эволюции Вселенной. Отсюда следует, что можно использовать свободу в выборе киральной метрики h_{AB} и искать возможные эволюционные решения для полей с целью сопоставления теоретических предсказаний модели с наблюдательными данными по методике, изложенной в работах [3–4].

Благодарности

Авторы выражают признательность за финансовую поддержку в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности №2014/391 по проекту №1670.

Список литературы

1. Chervon S.V. Chiral Cosmological Models: Dark Sector Fields Description // Quantum Matter. – 2013. – Vol. 2, no. 2. – P. 71–82.
2. Chervon S.V. On the chiral model of cosmological inflation // Russian Physics Journal. – 1995. – Vol. 38, no. 5. – P. 539–543.
3. Chervon S.V., Fomin I.V. On calculation of the cosmological parameters in exact models of inflation // Gravitation and Cosmology. – 2008. – Vol. 14, no. 2. – P. 163–167.
4. Chervon S.V., Novello M., Triay R. Exact Cosmology and Specification of an Inflationary Scenario // Gravitation and Cosmology. – 2005. – Vol. 11. – P. 329–332.

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОСТРОГОЛОВЫХ УДАРНИКОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ В ПРЕГРАДЫ

Афанасьев В.И.

ведущий инженер Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университета,
Россия, г. Томск

Захаров В.М.

старший научный сотрудник Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университета,
канд. физ.-мат. наук,
Россия, г. Томск

Экспериментально исследуется взаимодействие остроголовых конических ударников со стальными преградами конечной толщины в условиях нормального удара. Рентгеноимпульсной съёмкой высокоскоростного соударения установлено, что головные части высокопрочных стальных ударников претерпевают деформации изгиба, разрушаются и теряют устойчивость в процессе проникания в преграду. Это явление приводит к значительному снижению проникающей способности остроголовых ударников.

Ключевые слова: рентгенограмма, ударник, преграда, высокоскоростное соударение, деформация изгиба, разрушение, неустойчивое проникание и пробитие.

Экспериментальные исследования высокоскоростного взаимодействия различных типов ударников с преградами показали, что существует определённая область скоростей взаимодействия, в которой имеет место неустойчивое проникание ударников в преграды. Было отмечено также влияние формы головной части ударников [1, 2].

Дальнейшие эксперименты были проведены с ударниками, имеющими корпус в виде правильного конуса. На рисунке 1 показана конструкция мета-

емой сборки. Конический ударник имел следующие параметры: масса 12 г, длина 63 мм, диаметр основания 9,2 мм, угол при вершине конуса $8^{\circ}22'$, материал сталь 60С2А, твёрдость *HRC* 55-57. В качестве преграды использовались стальные карточки средней твёрдости *HB* 302 толщиной 9,9 мм, близкой диаметру основания ударника.



Рис.1. Метаемая сборка с коническим ударником и стабилизатором («юбкой»)

Состояние ударника при подходе к преграде и в процессе проникания регистрировалось с помощью рентгеноимпульсной съёмки. На рисунке 2 представлены рентгенограммы подхода, начала внедрения с потерей устойчивости в виде изгиба вершины конуса (время съёмки $\tau = 2$ мкс от начала контакта с преградой) и тыльной деформации преграды (скорость удара 1090 м/с, $\tau = 41$ мкс). Обращает на себя внимание особенность образования тыльного купола при пробитии преграды: вследствие потери устойчивости остроголовым ударником в начале внедрения, тыльный купол развивается несимметрично и смещён от оси удара.

Дальнейшее рентгенографирование процесса разрушения преграды наглядно показывает, что потеря устойчивости остроголовым ударником в начале внедрения приводит к существенной асимметрии развития всего процесса взаимодействия ударника с преградой. На рисунке 3 приведена рентгенограмма заключительной стадии процесса пробития преграды и выхода деформированного ударника за тыльный срез преграды ($\tau = 62$ мкс от начала удара).

На рисунке 4 показаны остатки остроголовых конических ударников после опытов. Следует отметить, прежде всего, характерные виды деформаций высокопрочных стальных закалённых ударников: происходит их продольный изгиб, причём возможны более сложные формы изгиба с образованием волны (первый остаток ударника на фотографии рисунка 4). Разрушение ударников имеет характер хрупкого излома.

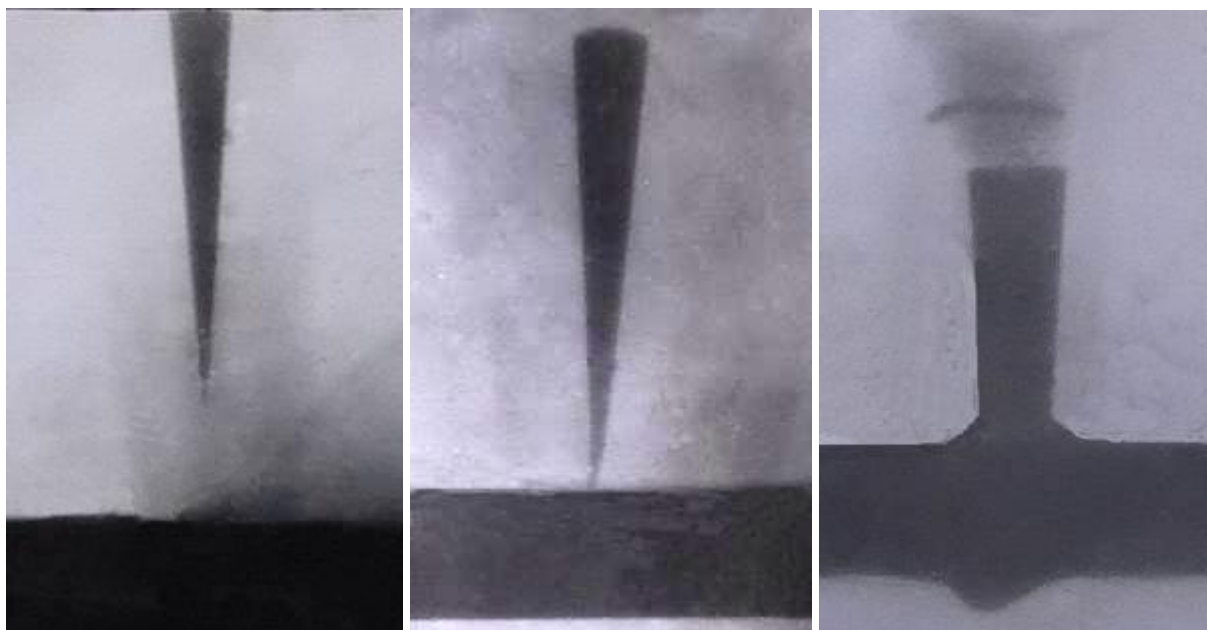


Рис. 2. Рентгенограммы подхода, начала внедрения и пробития преграды

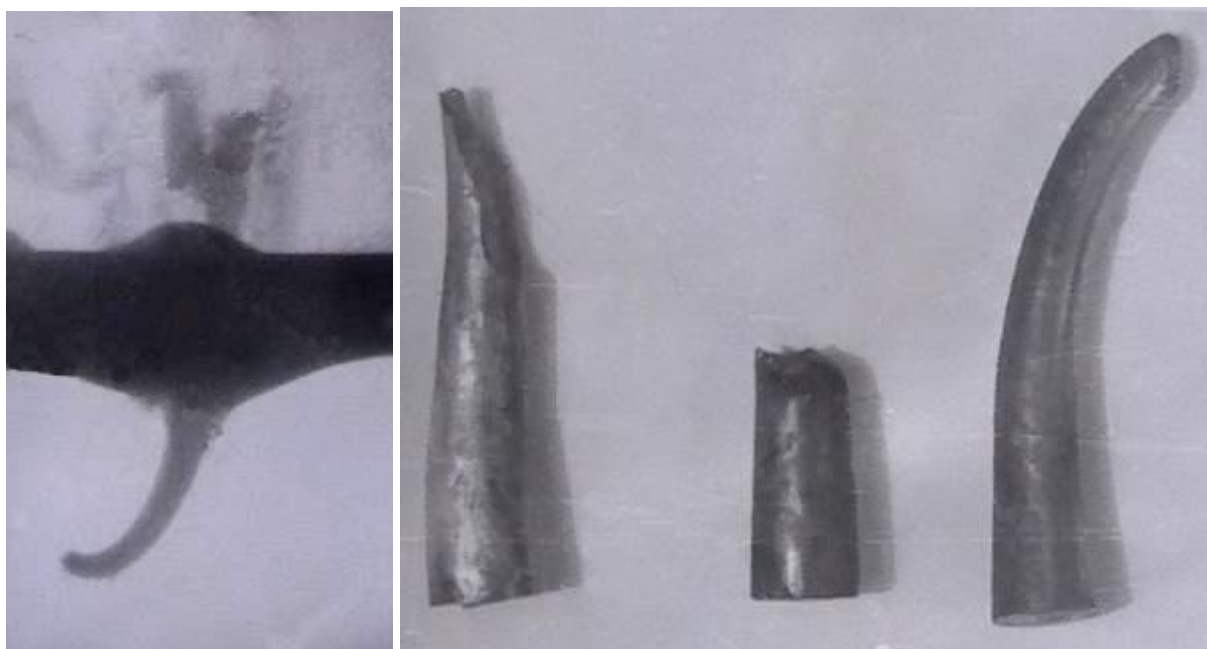


Рис. 3. Рентгенограмма пробития преграды

Рис. 4. Остатки ударников после опытов

Таким образом, высокопрочные остроголовые ударники могут терять устойчивость при проникании вследствие изгиба головной части. В случае косого удара при больших углах встречи (порядка 60° от нормали к преграде) такие ударники рикошетируют. Конструктивным решением здесь может быть использование притупления головной части ударника. В наших опытах притупление вершины ударника на 20 % его длины обеспечивало, в основном, устойчивое проникание и лучшее «закусывание» при соударении под углом.

Следует отметить другой важный фактор, влияющий на устойчивость ударника в процессе его высокоскоростного взаимодействия с преградами. В

случае хрупкого разрушения головной части ударника возможно образование несимметричных форм головных частей типа «зубило». Такая асимметрия головной части ударника оказывает существенное влияние на весь процесс взаимодействия ударника с преградой. Подробно эти эффекты обсуждались в работах [2, 3].

Список литературы

1. Афанасьев В.И., Захаров В.М. Экспериментальное исследование влияния формы стержневых ударников на их проникающую способность // «Современные методы проектирования и отработки ракетно-артиллерийского вооружения»: Сборник докладов научной конференции Волжского регионального центра РАН. – Саров, ВНИИЭФ, 2000. – С. 440-444.
2. Захаров В.М., Хорев И.Е. Экспериментальное исследование устойчивости стержневых ударников при высокоскоростном взаимодействии с преградами // «Актуальные научные вопросы: реальность и перспективы»: Сборник научных трудов международной конференции 26.12.2011, г. Тамбов. Часть 3. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2012. – С. 49-53.
3. Хорев И.Е., Захаров В.М., Ярош В.В. Физические особенности разрушения металлических тел при их высокоскоростном соударении // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2013. – Том 10. – № 1. – С. 77-81.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОНФОРМАЦИЙ

Ахвердиева Г.А.

ведущий научный сотрудник Института физических проблем
Бакинского государственного университета, канд.физ.-мат. наук, доцент,
Азербайджан, г. Баку

Усовершенствована программа полуэмпирического расчета конформаций биополимеров введением алгоритма вызова необходимой информации из файла прямого доступа. Созданный файл представляет собой базу данных, в которую включена информация о химической структуре и геометрии аминокислотных остатков и их модификаций, а именно, признаки атомов, последовательность их расположения в остатке, фазы атомов, заряды на атомах, значения длин связей и валентных углов, признаки вращения вокруг определенных химических связей, параметры торсионных потенциалов. Нововведение позволяет, избежав нагромождения вводимых данных при построении молекулы, осуществить безошибочный сбор желаемой аминокислотной последовательности.

Ключевые слова: конформация, расчет, программа, файл прямого доступа.

Все биологические процессы, происходящие в живых организмах, связаны с функционированием биомолекул. Изучение пространственной структуры таких молекул позволяет понять механизм их действия, их реакционную способность. Из имеющихся теоретических подходов к исследованию конформаций биополимеров наиболее разработанным и перспективным является полуэмпирический метод. Специальная сервисная

программа полуэмпирического расчета молекулярных конформаций, разработанная в проблемной лаборатории молекулярной биофизики Бакинского Государственного Университета [2], усовершенствована введением алгоритма вызова необходимой информации о составляющих пептидную молекулу аминокислотных остатках из файла прямого доступа [1]. Представленная программа позволяет вычислять энергетические и геометрические параметры как изолированной молекулы, так и молекулярного комплекса с учетом межмолекулярного взаимодействия на различных стадиях комплексообразования.

Для определения стабильных состояний молекулы необходим ввод начальных данных, требующихся для ее построения, так называемого «сбора молекулы». Отметим, что программа включает в себя 15 подпрограмм. Описание всех идентификаторов программы и ввод начальных данных осуществляется в основной подпрограмме MAINPGM, эта подпрограмма связана со всеми остальными подпрограммами. В подпрограмме ARBRE данной расчетной программы предусмотрено построение молекулы по заданной информации о каждом атоме как строительном блоке составляющих аминокислотных остатков. В предыдущем варианте расчетной программы указанная подпрограмма работала на основе информационных данных, получаемых при обращении к основной подпрограмме MAINPGM, в которой при решении каждой отдельной задачи предусматривалось чтение данных об аминокислотных остатках, составляющих исследуемую молекулу, что создавало нагромождение вводимых данных. В модифицированном варианте расчетной программы в подпрограмму ARBRE введен новый алгоритм считывания необходимой информации о произвольном аминокислотном остатке из файла прямого доступа. Созданный файл представляет собой базу данных и может быть размещен на устройствах прямого доступа, информационных носителях как внутренней, так и внешней памяти компьютера, представляющих собой диски, магнитные, либо лазерные, флеш-накопители и т.д. База данных может храниться в обычных файлах. Отметим, что содержимое файла прямого доступа (direct-access file) может быть разбросано по разным блокам диска. В отличие от файла последовательного доступа, представляющего собой последовательность записей, информацию из файла прямого доступа можно считывать в произвольном порядке. В нем каждый информационный блок имеет свой идентификатор, так называемый ключ, который позволяет найти нужную запись. Отметим, что относительный номер, специфицирующий данный блок среди всех блоков данного файла, однозначно определяется позицией внутри файла. По этой причине для доступа к информации с середины файла не обязателен просмотр файла с самого начала. Поэтому файлы, байты которого считываются в произвольном порядке, называются файлами прямого доступа. Файлы, состоящие из однобайтовых записей на устройствах прямого доступа – наиболее распространенный способ организации файла. Для такого рода файлов основными базовыми операциями являются считывание или запись символа в текущую позицию. В языках программирования предусмотрены

операторы посимвольной пересылки данных в файл или из него. Подобную логическую структуру имеют файлы во многих файловых системах ОС Unix и MS-DOS.

Созданный нами файл прямого доступа представляет собой информационную базу данных для существующих в природе аминокислотных остатков, а также их различных модификаций с учетом хиральности (L- и D-стереоизомеров) и с учетом их расположения на N- или C-концевых участках аминокислотных последовательностей с различными концевыми атомными группами, например, с заряженными концевыми группами COO^- , NH_3^+ или с амидированными концевыми участками и т. д. В данную базу включена информация о химической структуре и геометрии каждого аминокислотного остатка, а именно, признаки атомов, последовательность их расположения, фазы атомов, заряды на атомах, значения длин связей и валентных углов, признаки вращения вокруг определенных химических связей, параметры торсионных потенциалов. Каждому аминокислотному остатку в базе данных присвоен свой идентификатор — ключ, позволяющий доступ к соответствующей ему информации. Новый алгоритм подпрограммы ARBRE расчетной программы предусматривает использование массива идентификаторов аминокислотных остатков (FASEQ(I), $I=1, \text{NPR}$), используемых при вызове информации о произвольном аминокислотном остатке из файла прямого доступа, где NPR — число неповторяющихся в молекуле аминокислотных остатков. Соответствующие изменения введены в основную подпрограмму MAINPGM, где происходит описание всех идентификаторов программы и осуществляется ввод данных. Именно здесь введено описание расширения массива FASEQ, введены команды и форматы для чтения и печати данного массива. В программу введены соответствующие изменения параметров, усматривающих использование файла прямого доступа. Например, для того, чтобы собрать аминокислотную последовательность из двенадцати аминокислотных остатков H-Tyr1-Val2-Met3-Gly4-His5-Phe6-Arg7-Trp8-Asp9-Arg10-Phe11-Gly12-OH молекулы гамма-меланотропина из файла прямого доступа нужно вызвать данные только десяти остатков, поскольку два остатка, Phe и Arg, в данной последовательности встречаются дважды. Несмотря на то, что в данной молекуле два глицина, мы не считаем его повторяющимся остатком, поскольку глицин, расположенный в C-концевой части молекулы, модифицирован с учетом отрицательно заряженной атомной группы COO^- . Отметим, что в данном случае модифицирован также аминокислотный остаток тирозин, расположенный в N-концевой части молекулы, с учетом присутствия здесь положительно заряженной атомной группы NH_3^+ . Для вызова требуемой аминокислоты будет задействован массив FASEQ: неповторяющиеся в данной последовательности аминокислотные остатки будут вызываться при помощи своих ключей из файла прямого доступа. Отметим, что идентификационные номера, присвоенные аминокислотным остаткам или каким-либо атомным группам, должны быть заранее известны пользователю. Повторяющиеся остатки в

аминокислотной последовательности учитываются использованием массива (SEQ(I), I=1, NPRM), где NPRM – число всех аминокислотных остатков в молекуле. Ввод и описание указанного массива осуществляется также в основной подпрограмме. При помощи массива SEQ собирается вся последовательность исследуемой молекулы. В нашем случае для сбора аминокислотной последовательности массив SEQ будет представлять собой последовательность чисел 1 2 3 4 5 6 7 8 9 7 6 10. Как видим, числа 6 и 7 в массиве SEQ встречаются дважды, так как остаток Phe присутствует в шестой и одиннадцатой позициях, а остаток, Arg – в седьмой и десятой позициях данной аминокислотной последовательности.

Отметим, что с помощью базовых системных вызовов является возможным произвольное структурирование файлов прямого доступа. Например, в созданную базу можно ввести данные для произвольных аминокислотных остатков, а также внести определенные изменения, касающиеся как последовательности имеющихся остатков, так и параметров, описывающих каждый из них. Отметим, что с помощью данной программы можно рассчитать конформационные профили не только пептидных соединений, но также нуклеиновых кислот, сахаров, липидов и других молекулярных соединений. В файле прямого доступа предусмотрено хранение информационных данных для строительных блоков таких соединений.

Указанная схема хранения и использования данных обеспечивает гибкость и универсальность и облегчает работу пользователей расчетной программы. Нововведение позволяет, избежав нагромождения вводимых данных при построении молекулы, осуществить безошибочный сбор желаемой аминокислотной последовательности. Программа внедрена в ведущих научных центрах Азербайджана и за ее пределами, апробирована на ряде биологических молекул и их комплексов, например, см.[3,4].

Список литературы

1. Ахвердиева, Г.А. Использование файла прямого доступа в расчетах конформаций биомолекул /Г.А.Ахвердиева// “Опто-, наноэлектроника, конденсированная среда и физика высоких энергий”, VIII Республиканская конференция современных проблем физики. – Баку, 2014, 24-25 декабря. – С.390-393.
2. Годжаев, Н.М., Максумов, И.С., Исмаилова, Л.И. Программа полуэмпирического расчета конформаций молекулярных комплексов/ Н.М. Годжаев, И.С. Максумов, Л.И. Исмаилова// Журнал структурной химии. – 1983. – 24. – С.147-148.
3. Akverdieva, G.A., Godjaye, N.M., Akyuz, S. Comparative conformational analysis of peptide T analogs. /G.A.Akverdieva, N.M.Godjaev, S.Akyuz// Journal of Molecular Structure. – 2009. – 917. – P. 22-26.
4. Godjaye, N.M. Conformational aspects of interactions of the trypsin with substrates and inhibitors / N.M. Godjaye// Studia Biophysica. –1986. –113. – 1, 2. – P.89-94.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВЫРАЖЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ОБРАТНЫЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ, В КУРСЕ АЛГЕБРЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Водолад С.Н.

доцент кафедры алгебры, геометрии и теории обучения математике Курского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент,
Россия, г. Курск

Титова Е.А.

студентка 1 курса магистратуры факультета физики, математики,
информатики Курского государственного университета,
Россия, г. Курск

В школьном курсе алгебры и математического анализа существуют задания, связанные с преобразованием выражений, содержащих обратные тригонометрические функции. Однако в современных школьных учебниках по математике недостаточно уделяется внимания на изучение данного раздела тригонометрии. В статье рассмотрены некоторые примеры по преобразованию выражений, для решения которых можно воспользоваться приведенным в тексте алгоритмом.

Ключевые слова: тригонометрия, преобразование выражений, обратные тригонометрические функции.

Обратные тригонометрические функции часто используются в различных разделах высшей математики, поэтому учащемуся, желающему углубить свои знания в сфере математики, необходимо хорошо усвоить данный раздел тригонометрии. Задачи по данной теме часто предлагаются на различных олимпиадах и вступительных экзаменах в высшие учебные заведения (в том числе и при решении заданий ЕГЭ).

Обратные тригонометрические функции считаются трудной для усвоения школьниками темой. Большое количество формул, которое необходимо помнить, и отсутствие стандартных приемов преобразований тригонометрических выражений и являются причинами испытываемых осложнений.

Формирование навыков тождественных преобразований тригонометрических выражений, содержащих обратные тригонометрические функции, требует специальной тренировки, которая осуществляется с помощью достаточно большого числа упражнений. Выполнение преобразований выражений рекомендуется начинать с анализа структуры данного выражения и составления плана действий. Для решения заданий учащимся следует знать алгоритм нахождения значения обратной тригонометрической функции, успешно применять его на практике, а затем использовать метод сведения.

Любое задание по математике можно решить с помощью следующего плана действий [1], где учитель помогает учащимся советами и вопросами:

1. Усвоение содержания задания.
2. Составление плана решения задания.

3. Реализация плана решения задания.

4. Анализ и проверка.

Преобразование выражений, содержащих обратные тригонометрические функции, не исключение. Только следует помнить, что в тех задачах, где речь идет о преобразовании тригонометрического выражения, всегда предполагается, хотя часто и не оговаривается в условии задачи, что преобразование предложенного выражения должно быть проведено в его области определения, то есть только при тех значениях аргументов, для которых тригонометрическое выражение имеет смысл.

Рассмотрим несколько примеров с возможными вопросами-подсказками для учащихся.

Пример 1. Вычислить $\operatorname{tg}\left(\frac{1}{2}\operatorname{arctg}3\right)$. [2, с. 121]

Решение.

Что необходимо сделать? (Вычислить значение функции от обратной.)

Встречались ли подобные задания ранее? (Вычисление $\operatorname{tg}(\operatorname{arctg} a)$.)

Что необходимо сделать согласно алгоритму? (Преобразовать выражение в скобках, а затем вычислить значение функции.) Какую формулу следует применить? (Тангенс половинного угла.)

Решение задачи. Обозначим $a = \operatorname{arctg} 3$, тогда $\operatorname{ctg} a = 3$, где $0 < a < \frac{\pi}{2}$.

Зная, что $\operatorname{tg}\left(\frac{a}{2}\right) = \frac{\sin a}{1 + \cos a}$ (1), вычислим значения $\sin a$ и $\cos a$.

$$\sin a = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 a}} \quad (2), \quad \sin a = \frac{1}{\sqrt{1 + 3^2}} = \frac{1}{\sqrt{10}};$$

$$\cos a = \frac{\operatorname{ctg} a}{\sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 a}} \quad (3), \quad \cos a = \frac{3}{\sqrt{10}}.$$

Подставим в формулу (1) полученные значения:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{a}{2}\right) = \frac{\frac{1}{\sqrt{10}}}{\left(1 + \frac{3}{\sqrt{10}}\right)} = \frac{1}{\sqrt{10} + 3}.$$

Есть ли у кого другие решения? Проверьте ответ.

Ответ: $\frac{1}{\sqrt{10} + 3}$.

Пример 2. Докажите тождество $\arcsin \frac{4}{5} + \arccos \frac{2}{\sqrt{5}} = \operatorname{arctg} \frac{2}{11}$. [2, с. 122]

Решение.

Что дано согласно условию? (Тождество, истинность которого необходимо доказать.)

Сколько способов доказательства тождеств вы знаете? (Четыре.) Назовите их. (Преобразование левой части, преобразование правой, преобразование обеих частей, вычитание одной части из другой и сравнение разности с нулем). Каким способом следует воспользоваться в данном примере? (Преобразование обеих частей.) Каким образом это можно сделать? (Найти котангенс от обеих частей.) Встречались ли с подобными преобразованиями ранее? (Да.)

Посмотрим, что произойдет на практике при решении данной задачи. Преобразуем левую и правую стороны тождества: вычислим котангенс от левой и от правой частей равенства:

$$\operatorname{ctg}(\alpha + \beta) = \frac{\operatorname{ctg}\alpha \operatorname{ctg}\beta - 1}{\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta} \quad (4),$$

$$\operatorname{ctg}\left(\arcsin\frac{4}{5} + \arccos\frac{2}{\sqrt{5}}\right) = \frac{\operatorname{ctg}\left(\arcsin\frac{4}{5}\right) \operatorname{ctg}\left(\arccos\frac{2}{\sqrt{5}}\right) - 1}{\operatorname{ctg}\left(\arcsin\frac{4}{5}\right) + \operatorname{ctg}\left(\arccos\frac{2}{\sqrt{5}}\right)} \quad (5).$$

Найдем $\operatorname{ctg}\left(\arcsin\frac{4}{5}\right)$ и $\operatorname{ctg}\left(\arccos\frac{2}{\sqrt{5}}\right)$. Для этого обозначим $\arcsin\frac{4}{5} = \alpha$, тогда $\sin\alpha = \frac{4}{5}$, $\cos\alpha = \frac{3}{5}$, $\operatorname{ctg}\alpha = \frac{3}{4}$;

$\arccos\frac{2}{\sqrt{5}} = \beta$, тогда $\cos\beta = \frac{2}{\sqrt{5}}$, $\sin\beta = \frac{1}{\sqrt{5}}$, $\operatorname{ctg}\beta = 2$.

Подставим в формулу (5) полученные значения: $\frac{\frac{3}{4} * 2 - 1}{\frac{3}{4} + 2} = \frac{2}{11}$.

В результате преобразования правой части имеем такой же ответ:
 $\operatorname{ctg}\left(\operatorname{arccotg}\frac{2}{11}\right) = \frac{2}{11}$.

Итак, получаем

$$\arcsin\frac{4}{5} + \arccos\frac{2}{\sqrt{5}} = \operatorname{arccotg}\frac{2}{11}.$$

Так как угол $\arcsin\frac{4}{5} + \arccos\frac{2}{\sqrt{5}}$ принадлежит промежутку $(0; \pi)$ – промежутку монотонности функции котангенс, – то из равенства значений функций котангенс следует равенство значений аргументов, что и требовалось доказать.

Проверьте обе части тождества. Какой вывод можно сделать? (Равенство верно.)

Следует помнить, что решение заданий, связанных с преобразованием выражений, есть вид творческой деятельности, а поиск решения есть процесс изобретательства. Рассмотрение учеником различных вариантов решения, умение выбрать из них наиболее рациональные, простые, изящные свидетельствуют об умении ученика мыслить, рассуждать, проводить правильные умозаключения. Как показывает практика, умение выполнять преобразования, связанные с обратными тригонометрическими функциями, поможет учащимся в дальнейшем хорошо решать уравнения и неравенства из данного раздела.

Список литературы

1. Официальный сайт факультета информатики, экономики и математики. Филиал Кемеровского государственного университета в г. Анжеро-Судженске. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fmi.asf.ru/library/book/mpm/9ba.html>.
2. Цыпкин, А.Г., Пинский, А.И. Справочное пособие по математике с методами решения задач для поступающих в вузы [Текст] / А.Г. Цыпкин, А.И. Пинский. – М.: ООО «Издательство Оникс»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2007. – 640 с.

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ ОЛИГОМЕРОВ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ ПЭГ4 И ПЭГ5 С АТОМОМ ХЛОРА

Демухамедова С.Д.

ведущий научный сотрудник Института физических проблем Бакинского
государственного университета, канд. физ.-мат.наук, доцент,
Азербайджан, г. Баку

Гаджиев З.И.

доцент кафедры оптики и молекулярной физики Бакинского государственно-
го университета, канд. физ.-мат.наук, доцент,
Азербайджан, г. Баку

В работе квантово-химическим *ab initio* методом Хартри–Фока с использованием базиса 6-31G проведен расчет пространственной и электронной структуры комплексов олигомеров полиэтиленгликоля ПЭГ4 и ПЭГ5 с атомом Cl. Проанализированы основные структурные перестройки и изменения в электронной структуре при образовании комплексов. Проведено сравнение полученного комплекса с ранее исследованными комплексами ПЭГ4 и ПЭГ5 с атомом натрия.

Ключевые слова: олигомеры, полиэтиленгликоль, комплекс, квантово-химические расчеты, структура, молекулярные орбитали.

В настоящее время методы вычислительной квантовой химии широко используются для исследования структуры и свойств многоатомных молекул, позволяя решать многие вопросы. Большой практический интерес представляет получение новых материалов, используя упорядоченное размещение различных атомов в полимерах. В качестве полимера широко используются полиэфиры, благодаря их способности к пространственной самоорганизации вокруг заряженных групп. Данная работа посвящена исследованию электронной структуры комплексов олигомеров полиэтиленгликоля с длиной цепи, состоящей из четырех и пяти повторяющихся звеньев с атомом хлора. Первоначально методом компьютерного моделирования собирались развернутые модели олигомеров полиэтиленгликоля, к середине которых на расстоянии Ван-дер-ваальсовских взаимодействий помещался атом хлора и проводилась оптимизация методом молекулярной динамики. При этом цепочки полиэтиленгликоля закручивались определенным образом вокруг атома хлора. Полученные наиболее стабильные структуры взяты в качестве исходных моделей для дальнейшей оптимизации методом Хартри-Фока по программе Gaussian-09 с использованием базиса 6-31G (p,d). В работе проанализированы основные структурные и энергетические перестройки, происходящие при образовании комплексов.

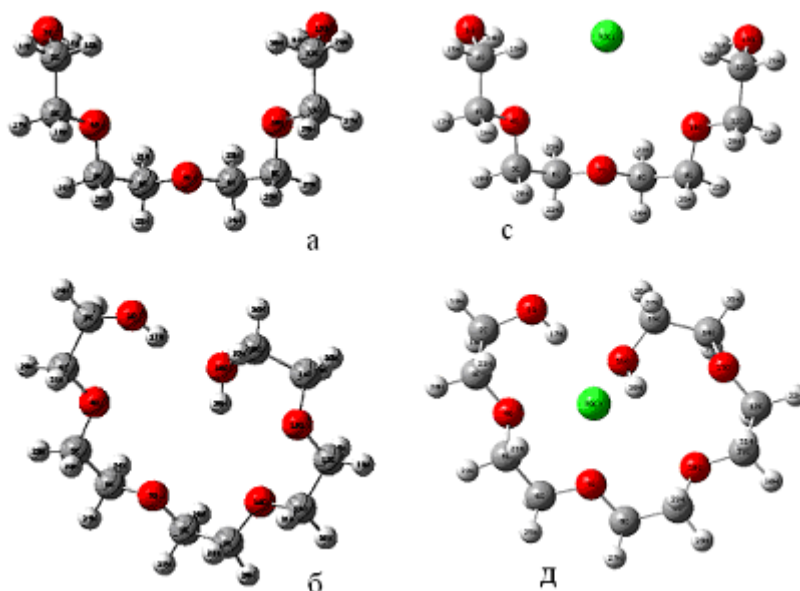


Рис. 1. Пространственные структуры моделей полиэтиленгликоля:
(а) чистый PEG4, (б) чистый PEG5, (с) PEG4+Cl, (д) PEG5+Cl

Результаты расчета показывают, что длины связей при образовании комплексов ПЭГ4+Cl и ПЭГ5+Cl с атомом хлора не меняются, валентные углы меняются только в десятых долях градусов, а некоторые двугранные углы изменяются не больше чем на 5° . Но даже такие небольшие повороты структуры ПЭГ приводят к образованию стабильных комплексов олигомеров полиэтиленгликоля с атомом хлора. Если рассмотреть межатомные расстояния между несвязанными атомами кислорода и хлора [2], то видим, что при образовании комплекса ПЭГ4+Cl наблюдается увеличение расстояния между всеми несвязанными атомами кислорода на десятые доли ангстрема – по-лостью как бы раздвигается для захвата частицы. При этом хлор оказывается ближе всего к внутренним атомам кислорода O_4 и O_{10} . При образовании комплекса ПЭГ5+Cl наблюдается сильное взаимодействие атома хлора с концевым атомом кислорода O_{16} , к которому атом хлора располагается в два раза ближе, чем к остальным кислородам цепочки. Практически все атомы кислорода приближаются друг к другу – структура полости после образования комплекса с атомом хлора становится более компактной. Если развернуть полученные структуры, то видим, что атом хлора в комплексах ПЭГ+Cl выступает из плоскости комплексов, как бы паря над ними [2] и располагается от полиэтиленгликолевой цепочки на значительно большем расстоянии по сравнению с ранее исследованными комплексами ПЭГ4 и ПЭГ5 с атомом натрия [1]. При этом к атому хлора повернуты атомы водорода полиэтиленгликолевой цепочки.

В таблице 1 приведены заряды на атомах чистых олигомеров ПЭГ4 и ПЭГ5 и их комплексов с атомами натрия и хлора по результатам расчета методом HF/6-31G.

Таблица 1

Заряды на атомах в моделях ПЭГ

АТОМ	ПЭГ4	ПЭГ4+Na	ПЭГ4+Cl	АТОМ	ПЭГ 5	ПЭГ5+Na	ПЭГ5+Cl
O ₁	-0.649	-0.642	-0.651	O ₁	-0.687	-0.687	-0.686
C ₂	0.104	0.088	0.103	C ₂	0.113	0.109	0.112
C ₃	0.101	0.108	0.102	C ₃	0.107	0.080	0.106
O ₄	-0.653	-0.665	-0.653	O ₄	-0.643	-0.652	-0.644
C ₅	0.122	0.125	0.123	C ₅	0.126	0.083	0.126
C ₆	0.118	0.078	0.114	C ₆	0.116	0.123	0.115
O ₇	-0.631	-0.677	-0.635	O ₇	-0.637	-0.655	-0.638
C ₈	0.118	0.082	0.113	C ₈	0.117	0.122	0.116
C ₉	0.122	0.123	0.123	C ₉	0.119	0.087	0.118
O ₁₀	-0.653	-0.665	-0.654	O ₁₀	-0.639	-0.674	-0.642
C ₁₁	0.102	0.109	0.103	C ₁₁	0.116	0.102	0.116
C ₁₂	0.104	0.088	0.102	C ₁₂	0.118	0.108	0.116
O ₁₃	-0.649	-0.642	-0.651	O ₁₃	-0.654	-0.644	-0.656
C ₁₄				C ₁₄	0.101	0.104	0.098
C ₁₅				C ₁₅	0.107	0.098	0.104
O ₁₆				O ₁₆	-0.675	-0.668	-0.681
Na		-0.161		Na		-0.241	
Cl			-0.003	Cl			-0.017

Как видно из таблицы 1, наибольшее изменение в распределении зарядов при образовании комплекса ПЭГ4+Na наблюдается на атоме кислорода O₇ (~0,05), а также на близлежащих атомах углерода C₆ и C₈ (~0,04) и атомах C₂ и C₁₂ (~0,016). При образовании комплекса ПЭГ5+Na наибольшие изменения наблюдаются на атомах O₁₀ и C₅(0,04), а также C₉ (~0,03). При образовании комплексов ПЭГ с атомом хлора изменения в зарядовом распределении на порядок меньше, что объясняется расположением атома хлора не в полости ПЭГ, а над полостью на определенном расстоянии от полиэтиленгликолевой цепочки. В комплексе ПЭГ4+Cl изменения в зарядовом распределении наблюдаются на тех же атомах, как в ПЭГ4+Na, но они (~0,005), а в ПЭГ5+Cl заряды меняются на атомах O₁₆ (~0,006) и O₁₀, C₁₄ и C₁₅ (~0,003).

В табл.2 приведены энергетические параметры и дипольные моменты ПЭГ и его комплексов с натрием и хлором.

Таблица 2

Энергетические параметры и дипольные моменты исследуемых комплексов

Комплекс	ПЭГ4	ПЭГ4+Na	ПЭГ4+Cl	ПЭГ5	ПЭГ +Na	ПЭГ 5+Cl
Полная энергия (au)	-687.708	-849.560	-1147.159	-840.636	-1002.493	-1300.087
Дип.момент (D)	4.778	10.085	4.755	4.298	8.004	4.272

Как следует из результатов расчета, при образовании комплексов с атомом натрия энергии обоих комплексов уменьшаются на 162 ат.ед., а при образовании комплексов с атомом хлора на 459 ат.ед. Таким образом, процесс образования комплексов с атомом хлора в обоих случаях оказывается энергетически более выгодным. Дипольные моменты при образовании обоих комплексов немного уменьшаются – на 0.023 D при образовании комплекса ПЭГ4+Cl и на 0.026 D при образовании комплекса ПЭГ5+Cl, а при образова-

нии комплексов с натрием они возрастали соответственно на 5.3D и 3.7D. Структура комплекса ПЭГ5+Cl более компактна, его дипольный момент на 0.483 D меньше дипольного момента комплекса ПЭГ4+Cl.

Известно, что с электронными переходами связаны важнейшие процессы: изменение цвета, поглощение, отражение и рассеяние света и других видов излучений, многие химические реакции и т.д. Особенно важное значение имеют две молекулярные орбитали – верхняя занятая НОМО и нижняя незапятанная LUMO, так как примерно 98% всех электронных переходов – это переходы между орбиталями основного состояния НОМО и возбужденного состояния LUMO. От энергетической разности между этими двумя орбиталями зависят многие свойства вещества. Чем меньше энергетическая щель между этими орбиталями, тем легче диссоциировать молекулу. В табл. 3 приведены значения энергии НОМО и LUMO орбиталей чистых олигомеров ПЭГ4 и ПЭГ5 и их комплексов с атомами Na и Cl по результатам расчета методом HF/6-31G.

Таблица 3

НОМО и LUMO обитали в исследуемых комплексах

Комплексы	ПЭГ-4	ПЭГ4+Na	ПЭГ4+Cl	ПЭГ-5	ПЭГ5+Na	ПЭГ5+Cl
НОМО	-0.419	-0.132	-0.421	-0.405	-0.094	-0.407
LUMO	0.229	0.049	0.224	0.231	0.091	0.229
Δ	0.648	0.181	0.645	0.636	0.185	0.636

Как видно, энергетическая щель между орбиталями НОМО и LUMO при образовании комплексов ПЭГ4 и ПЭГ5 с атомом хлора практически не меняется, а при образовании комплекса с натрием сильно уменьшается, что говорит о большей устойчивости комплексов с атомом хлора.

Таким образом, олигомеры полиэтиленгликоля предрасположены к связыванию атомов натрия и хлора, поскольку такое комплексообразование приводит к энергетической стабилизации структуры и наибольшему количеству связывающих взаимодействий атомов кислорода с катионом натрия Na и аниона хлора Cl с атомами водорода.

Список литературы

1. Гаджиев, З.И., Демухамедова, С.Д., Алиева, И.Н., Годжаев, Н.М. Электронная и пространственная структура олигомеров полиэтиленгликоля PEG4 и PEG5 с атомом натрия. // Journal of Qafqaz University-Physics. – 2013. – Т.1, – № 1. – С. 40-46.
2. Демухамедова, С.Д., Гаджиев, З.И., Алиева, И.Н., Годжаев, Н.М. Исследование пространственной структуры олигомеров полиэтиленгликоля PEG4+Cl и PEG5+Cl с атомом хлора. // “Опто,-нано электроника, конденсированная среда и физика высоких энергий”. – VII Республиканская конференция современных проблем физики. – Баку, 2013. – С. 259-263.

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ АКУСТООПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Денисова О.А.

заведующая кафедрой физики Уфимского государственного университета
экономики и сервиса, д-р физ.-мат. наук, доцент,
Россия, г. Уфа

В статье представлены результаты экспериментального изучения ориентационной неустойчивости, наблюдаемой в жидких кристаллах. Объектом исследования являлся нематический жидкий кристалл *n*-метоксibenзилиден – *n*-бутиланилин (МББА). Внешнее воздействия на жидкокристаллическую ячейку осуществлялось путем сдвиговых колебаний в горизонтальной плоскости на низкой частоте 100 Гц. Обнаружено, что возникающая неустойчивость имеет пороговый характер. Пороговое значение амплитуды сдвига не зависит от частоты воздействия, температуры нагрева образца и толщины слоя жидкого кристалла. Результаты исследований могут быть использованы для создания акустооптических датчиков вибрации.

Ключевые слова: нематический жидкий кристалл, ориентационная неустойчивость, датчик вибрации.

В последние годы жидкие кристаллы все больше активно охватывают сферы деятельности человека. Жидкие кристаллы (ЖК) – это анизотропные, низкоразмерные, вязкоупругие и чрезвычайно подвижные объекты. Эти материалы, интенсивно используется особенно в современной технике отображения информации, проявляют одновременно и свойства твердых тел и жидкостей, сохраняя при этом выделенную анизотропию в пространстве. Существуют одно- и двуосные нематические пленки. Такие пленки обладают целым рядом свойств, которые делают их очень привлекательными, например, при различных воздействиях внешних полей: электрических, магнитных акустических и температурных градиентах. Эти анизотропные объекты показывают достаточно специфические физические свойства. Такие мезофазы вещества чрезвычайно чувствительны к незначительным изменениям граничных условий, они проявляют эффекты памяти, что позволяет использовать их в современных системах отображения информации, в методах неразрушающего контроля твердых объектов и в медицине.

В настоящей работе экспериментально исследована ориентационная неустойчивость нематических жидких кристаллов под действием низкочастотного периодического сдвига. В результате этого воздействия в объеме жидкого кристалла распространяется акустическая вязкоупругая волна, которая при некотором пороговом значении амплитуды сдвига приводит к эффекту образования стационарного угла наклона молекул жидкого кристалла.

В имеющихся научных работах в настоящее время в основном отражены экспериментальные данные и теоретические разработки для высокочастотного диапазона ($1 \text{ МГц} < \omega < 100 \text{ МГц}$). Низкочастотная область ($20 \text{ Гц} < \omega < 20 \text{ кГц}$) внешних воздействий исследована довольно слабо. Таким обра-

зом, актуальным является исследование неустойчивостей, которые наблюдаются при воздействии на жидкий кристалл низкочастотного периодического сдвига и их практическое использование.

Объектом исследования в данной работе был выбран жидкий кристалл нематического типа n – метоксибензилиден – n – бутиланилин (МБА) с температурным интервалом существования мезофазы 18 – 42 °С. Основным методом изучения был метод интерферометрии двулучепреломления на базе поляризационного микроскопа. Ячейка представляет собой сэндвич (рис. 1) – это две массивные стеклянные пластины, между которыми помещалась третья стеклянная пластинка из покровного стекла толщиной, меньше расстояния между массивными пластинами.

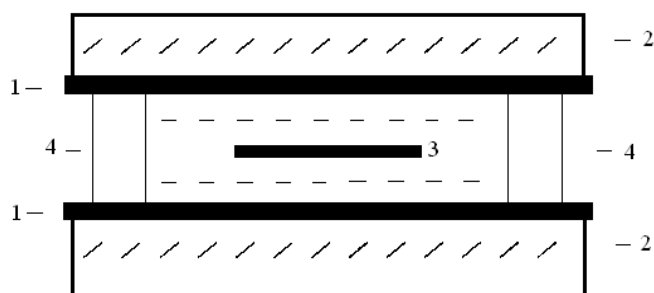


Рис. 1. Вид сбоку ячейки, используемой при сдвиге:

1 – проводящее покрытие из хрома Cr,
2 – предметное стекло, 3 – подвижная пластинка, 4 – стеклянные прокладки.

Пластинка из покровного стекла могла свободно совершать колебания в своей (горизонтальной) плоскости. Для создания гомеотропной ориентации молекул ЖК на подложки напылялся металлический хром.

Для регистрации и первичной обработки изучаемых сигналов была собрана экспериментальная установка, основным элементом регистрирующей части, которой являлся поляризационно-оптический микроскоп Amplival – Pol U и спектрофотометрическая приставка. Для создания акустического контакта мембрана вибратора соединялась при помощи волновода. Измерение амплитуды колебаний тонкой подложки ячейки проводились индуктивным способом.

Согласно экспериментальной методике [5, 8] приготовления образцов и введения акустической волны в образец, мы имеем двухслойную систему ЖК пленок толщиной по h_c . Воздействие акустической волны на такую систему приводит к появлению двулучепреломления. Причем поляризатор и анализатор скрещены и составляют 45° с направлением сдвига. Помимо постоянной компоненты интенсивности I_c регистрируется переменный во времени сигнал $I(t)$, содержащий спектр гармоник по частоте возбуждения ω . Возмущение слабо затухает по толщине ячейки и захватывает весь слой ЖК в этом диапазоне частот. Сигнал, регистрируемый на частоте возбуждения ω , наблюдается только тогда, когда появляется стационарный наклон директора θ_c относительно нормали к поверхности, т.е. при нарушении симметрии ЖК – системы

относительно нормали к слою. Появление переменного сигнала на частоте возмущения фактически позволяет определить величину амплитуды порога a_n акустической волны в НЖК, приводящей к образованию стационарного угла наклона директора в том или ином направлении отклонения вибрирующей пластины. Из экспериментальных данных поведения переменной составляющей оптического сигнала $I_c(a)$ и второй гармоники $I_{2\omega}(a)$ (рис. 2) вычислялись амплитудные зависимости среднего квадрата синуса постоянной компоненты угла наклона директора $\langle \sin^2 \theta_c \rangle(a)$ и переменной его части $\langle \theta_o^2 \rangle(a)$ (рис. 3). Из них следует, что функция $\langle \sin^2 \theta_c \rangle(a)$ монотонно возрастает, стремясь к максимальному значению – к 1, а $\langle \theta_o^2 \rangle(a)$ достигает максимума при некотором значении амплитуды a , дальше начинает спадать (рис. 3б). Это связано с тем, что возрастание стационарного угла наклона директора приводит к уменьшению динамической восприимчивости ЖК – слоя [1, 4].

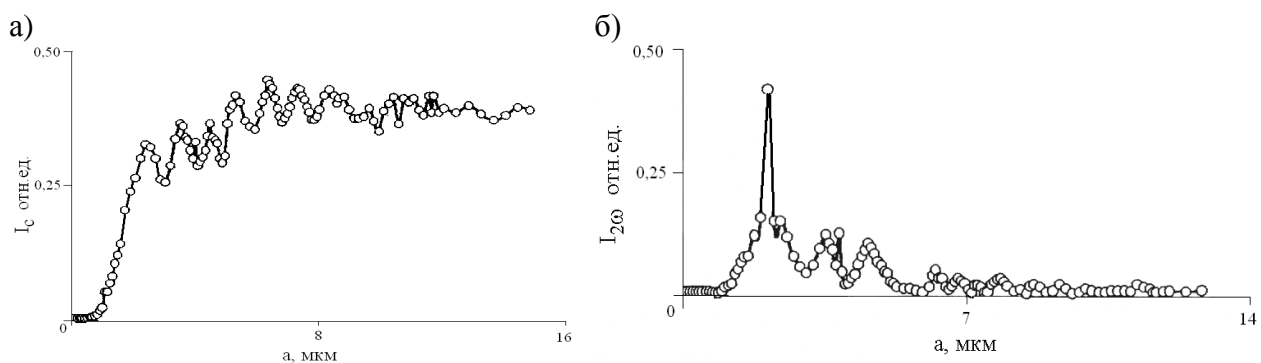


Рис. 2. Амплитудные зависимости а) постоянной компоненты I_c , б) второй I_{2f} гармоник оптического сигнала

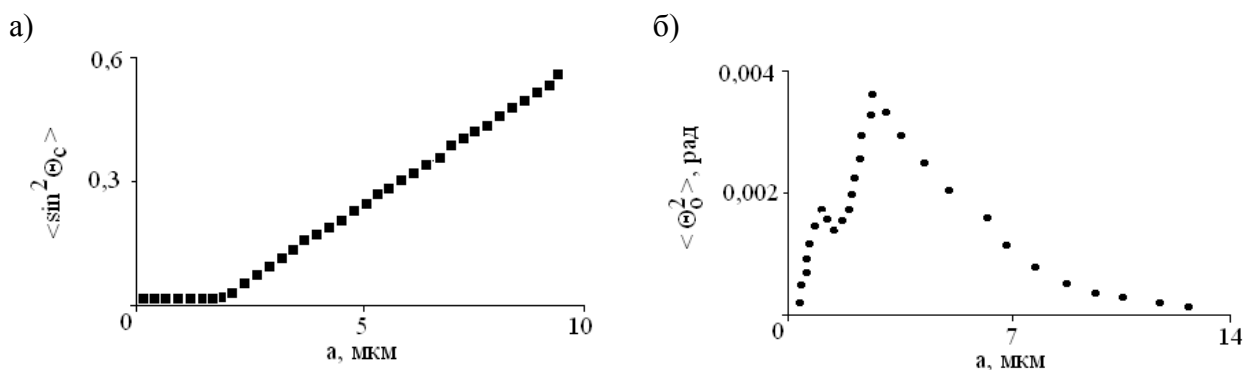


Рис. 3. Амплитудные зависимости а) среднего квадрата синуса стационарного угла наклона $\langle \sin^2 \theta_c \rangle$, б) переменной части $\langle \theta_o^2 \rangle$ угла наклона директора

По существу, вопрос об определении типа такого ориентационного перехода в поле сдвиговой волны сводится к изучению частотной зависимости величины порога a_n образования стационарного угла наклона директора. Если $a_n(\omega) = \text{const}$, то можно говорить об акустическом аналоге перехода Фредерикса [6]. На рис. 4а представлена эта зависимость. Подобное поведение подтверждается данными работы [2]. Наблюдавшаяся картина поведения гомео-

тропного слоя НЖК при периодическом низкочастотном сдвиге, были предсказаны в теоретических работах [6, 7].

Ориентационная неустойчивость этого типа приводит к постоянным во времени изменениям ориентации молекул. В случае, когда длина вязкой волны значительно больше толщины слоя, порог возникновения неустойчивости пропорционален толщине ЖК – слоя и не зависит от частоты деформации (рис. 4а). Нами определялись зависимости порога a_n от температуры и толщины слоя ЖК. Было обнаружено, что порог образования стационарного угла наклона директора в исследуемом диапазоне температур $18 < T < 45^\circ\text{C}$ (рис. 4б) и толщин $20 < h_c < 125$ мкм остается величиной постоянной ($a_n \approx 0,8$ мкм).

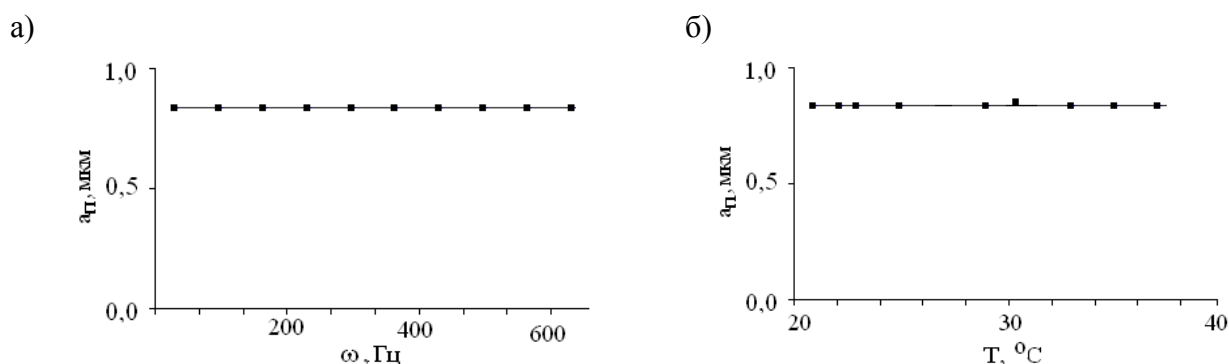


Рис. 4. Зависимости порога образования стационарного угла наклона директора a_n от частоты воздействия и температуры

В данной работе экспериментально исследовано распространение поперечной вибрационной вязкоупругой волны в НЖК под действием низкочастотного периодического сдвига, которое приводит к ориентационной неустойчивости нематических жидких кристаллов. Обнаружен эффект образования стационарного угла наклона директора в гомеотропно ориентированных слоях нематических жидких кристаллов. Показана независимость критической амплитуды ориентационного перехода от частоты сдвига, толщины кристаллов, температуры. Результаты представленных исследований могут быть использованы при разработке акустооптических сейсмодатчиков или датчиков для диагностики механической устойчивости, например, нефтяных трубопроводов.

Список литературы

1. Baimakova, O.A. The orientational instability of nematic layers under oscillatory shear [Text] / O.A. Baimakova, O.A. Scaldin, A.N. Chuvyrov // Mol. Cryst. Liq. Cryst. – 1995. – V. 265. – P. 299-314.
2. Белова, Г.Н. Особенности акустооптического воздействия в гомеотропно ориентированном слое НЖК при его периодической сдвиговой деформации [Текст] / Г.Н. Белова, Е.И. Ремизова // Акустический журнал. – 1985. – Т. 31. -В. 3. – С. 289-299.
3. Де Жен, П. Физика жидких кристаллов [Текст] / Де Жен В. – М.: Мир, 1977. – 377 с.
4. Денисова, О.А. Один из методов экспериментальных исследований жидких кристаллов [Текст] / О.А. Денисова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 107-113.

5. Денисова, О.А. Неравновесные структурные превращения жидких кристаллов в электрических полях и акустических потоках: Научное издание [Текст] / О.А. Денисова. - Уфа: Уфимская государственная академия экономики и сервиса, 2012. –188 с.
6. Чабан, И.А. Виброгидродинамическая неустойчивость ЖК при низких частотах [Текст] / И.А. Чабан // Акустический журнал. -1985. – Т. 31. – В. 1. – С. 132-134.
7. Чабан, И.А. Виброгидродинамическая неустойчивость ЖК [Текст] / И.А. Чабан // Акустический журнал. – 1978. – Т. 24. – В. 2. – С. 260-270.
8. Чувывров, А.Н. Физика жидких кристаллов: поверхность: Научное издание [Текст] / А.Н. Чувывров, О.А. Денисова, Ф.М. Гирфанова. -Уфа: Уфимская государственная академия экономики и сервиса, 2009. –324 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ОБЕДНЕНИЯ НОСИТЕЛЯМИ ЗАРЯДА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК ZnO ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ

Замбург Е.Г.

м.н.с. кафедры нанотехнологий и микросистемной техники
Института нанотехнологий, электроники и приборостроения,
Южный федеральный университет,
Россия, г. Таганрог

Шипулин И.А.

студент кафедры нанотехнологий и микросистемной техники
Института нанотехнологий, электроники и приборостроения,
Южный федеральный университет,
Россия, г. Таганрог

В работе приведены результаты по исследованию эффекта обеднения носителями заряда наноструктурированных пленок ZnO для повышения селективности газовых сенсоров. Разработана модель процесса хемосорбции различных газов на поверхности пленок ZnO. Рассмотрены основные эффекты, влияющие на чувствительность и селективность пленок. Определены рабочие температуры, толщины и электрофизические параметры наноструктурированных пленок ZnO для обеспечения селективного детектирования различных газов с максимальной газочувствительностью.

Ключевые слова: нанотехнологии, нанокристаллические пленки, хемосорбция, селективность, оксид цинка, газочувствительность, газовые сенсоры

С развитием высокотехнологического производства и других сфер жизнедеятельности человека ужесточились требования экологической безопасности значительно вырос спрос на устройства газовой сенсорики, которые позволяют детектировать вредных и опасных веществ в окружающей среде. В газочувствительных элементах газовых сенсоров используются различные материалы на основе оксидов металлов (ZnO, SnO₂, NiO₂, TiO_x, V₂O₅) благодаря сочетанию в них уникальных физико–химических и газочувствительных свойств. Пленки таких материалов могут быть получены различными стандартными процессами микроэлектроники [1, с. 109, 2, с. 165]. В по-

следнее время наиболее перспективным является использование ZnO в качестве газочувствительного материала благодаря специфической электронной конфигурации этого материала, позволяющей ему детектировать различные газы с высокой чувствительностью [3, с. 5469, 4 с. 1].

На сегодняшний день не решенной остается проблема низкой селективности, которая заключается в неопределённости отклика газочувствительного материала на различные газы [5]. Для решения этой проблемы применяются различные подходы – разрабатываются и совершенствуются мультисенсорные системы [6, с. 126], модифицируется поверхность газочувствительной пленки катализаторами [7, с. 191], применяется индивидуальный подогрев сенсоров [8, с. 258], но все эти подходы не могут обеспечить должной селективности газочувствительного материала.

Целью работы является исследование эффекта обеднения носителями заряда наноструктурированных пленок ZnO для повышения селективности газовых сенсоров.

Современные методики повышения селективности носят преимущественно экспериментальным характер, а не экспериментально-теоретический. Это приводит к непониманию механизмов, которые отвечают за селективность и газочувствительность пленок, а также к неоправданно большому количеству экспериментальных исследований по выявлению оптимальных параметров пленки [9, с. 209]. При хемосорбции на поверхности газочувствительных пленок наблюдаются различные поверхностные и объемные эффекты, которые сопровождаются изменением электрофизических свойств пленки. Основной вклад в изменение электрофизических свойств пленки вносит эффект обеднения пленки носителями заряда. Для оценки влияния эффекта обеднения на газочувствительность и другие электрофизические свойства наноструктурированных пленок ZnO использовалась математическая модель хемосорбции [10, с. 67]. В результате описания процесса хемосорбции были получены выражения для оценки протяженности обедненного слоя пленки носителями заряда W и газочувствительности S наноструктурированных пленок ZnO:

$$W = \frac{e \cdot P}{\left[P + \frac{v \cdot \exp(-q/k \cdot T)}{\frac{k \cdot S}{\sqrt{2\pi \cdot M \cdot k \cdot T}}} \cdot P + v \cdot \exp(-q/k \cdot T) \right] \cdot S \cdot e \cdot N} \cdot \frac{1 + \exp\left(\frac{E_f - E_d}{k \cdot T}\right)}{1 + \exp\left(-\frac{E_f - E_d}{k \cdot T}\right)}, \quad (1)$$

где e – заряд электрона; M – масса адсорбированной молекулы; S – ее эффективная площадь; k – вероятность закрепления газовой молекулы на адсорбционном центре; v – вероятность десорбции для адсорбированной молекулы, за единицу времени; q – дифференциальная теплота адсорбции; P – давление газа; n – концентрация основных носителей в пленке.

$$S = \frac{\mu_{gas} \cdot |Z_{gas}| \cdot \theta_{gas} \cdot n_{s1} - \mu_0 \cdot |Z_0| \cdot \theta_0 \cdot n_{s0}}{\mu_0 \cdot |Z_0| \cdot \theta_0 \cdot n_{s0}}. \quad (2)$$

где μ_{gas} и μ_0 — подвижность носителей заряда в присутствии газа и в чистом воздухе соответственно; Z_{gas} и Z_0 — заряд поверхности в присутствии газа и в чистом воздухе соответственно; θ_{gas} и θ_0 — заполняемость поверхности в присутствии газа и в чистом воздухе соответственно; n_{s1} и n_{s0} — поверхностная концентрация носителей заряда в присутствии и отсутствие газа, соответственно.

Установлено, что максимальная газочувствительность наноструктурированных пленок ZnO на CO, CO₂, CH₄, NO₂ и H₂ достигается при температуре 572 К. Численные результаты представлены на рисунке.

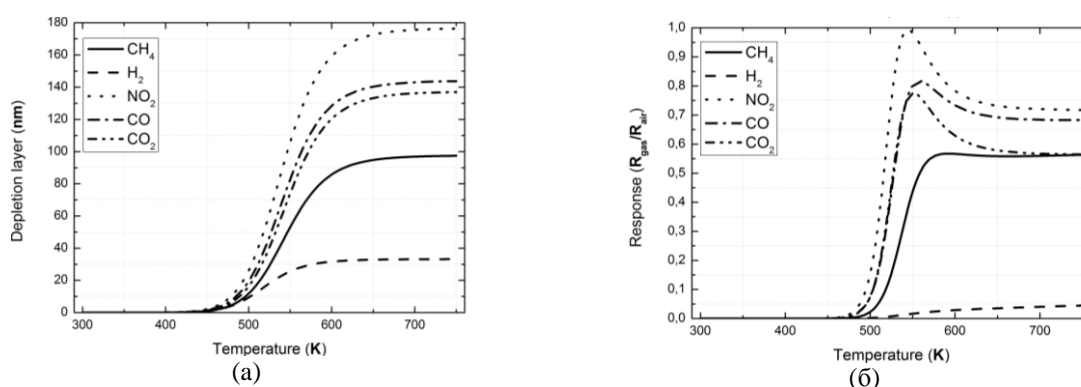


Рис. Зависимости глубины обеднения (а) и газочувствительности (б) от температуры при адсорбции анализируемых газов при концентрации 500 ppm

Исследования свойств наноструктурированных пленок ZnO проводились в интервале 293К – 800К, концентрация газа изменялась от 0,1 ppm до 5000 ppm. Установлено, что существенное влияние на электрофизические свойства наноструктурированных пленок ZnO наблюдалось только при концентрации газа выше 5 ppm и температуры 420К. Поэтому, в дальнейшем свойства наноструктурированных пленок ZnO исследовались в интервале концентраций газа 5 – 5000 ppm и при фиксированной температуре 570К. В результате оптимальные значения толщины наноструктурированных пленок ZnO составили: 3,3 нм – 180 нм для CO, 4,1 нм – 160 нм для CO₂, 5,5 нм – 200 нм для NO₂, 1,8 нм – 130 нм для CH₄ и 0,5 нм – 60 нм для H₂, газочувствительность от 0,03 % до 118 %, а удельное сопротивление от 14 кОм до 0,5 МОм в зависимости от анализируемого газа и его концентрации.

В результате моделирования процесса хемосорбции на поверхности наноструктурированных пленок ZnO установлено, что при адсорбции/десорбции анализируемых газов наблюдается различное влияния их на величину обеднения пленки носителями заряда и оптимальную рабочую температуру. Эти факты позволили предположить, что, используя наноструктурированные пленки ZnO различной толщины и рабочей температуры для детектирования конкретного газа, можно повысить их селективность и газочувствительность. Моделирование процесса хемосорбции на поверхности

наноструктурированных пленок ZnO с заданными параметрами подтвердили возможность детектирования газов с высокой газочувствительностью, чем обеспечивается селективность.

Таким образом, показана возможность повышения селективности и газочувствительности наноструктурированных пленок ZnO за счет использования пленок различной толщины и рабочей температуры. Математическая модель хемосорбции может быть применена для описания процессов адсорбции/десорбции различных газов на поверхности любых наноструктурированных пленок оксидов металлов. Полученные результаты могут быть использованы при разработке газовых сенсоров и мультисенсорных системах с повышенной селективностью.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (Соглашение № 14–08–90010 Бел_а), БРФФИ в рамках научного проекта № Т14Р–165 и проектной части государственного задания в сфере научной деятельности (задание №16.1154.2014/К). Результаты получены с использованием оборудования Центра коллективного пользования и научно – образовательного центра "Нанотехнологии" Южного Федерального Университета.

Список литературы

1. Агеев, О.А. Получение наноразмерных структур на основе нанотехнологического комплекса нанофаб НТК–9 [Текст] / О.А. Агеев, Е.Г. Замбург, А.С. Коломийцев, А.В. Михайличенко и другие // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 1 (114). – С. 109–116.
2. Агеев, О.А. Элионные и зондовые нанотехнологии для микро– и наносистемной техники [Текст] / О.А. Агеев, Б.Г. Коноплев // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 12 (89). – С. 165–175.
3. Fine, G. Metal Oxide Semi-Conductor Gas Sensors in Environmental Monitoring [Text] / G. Fine, L. Cavanagh, et. al. // Sensors. – Vol. 10. – 2010. – P. 5469–5502.
4. Pearton, S.J. Recent advances in wide bandgap semiconductor biological and gas sensors [Text] / S.J. Pearton, F. Ren, et. al. // Progress in Materials Science. – 2010. – Vol. 55. – P. 1–59.
5. Агеев, О.А. Микроэлектронные преобразователи неэлектрических величин [Текст] / О.А. Агеев, В.М. Мамиконova, В.В. Петров, О.Н. Негоденко // Учебное пособие Таганрог. – 2000.
6. Tomchenko, A. Semiconducting metal oxide sensor array for the selective detection of combustion gases [Text] / A. Tomchenko, G. Harmer, et. al. // Sensors and Actuators. – 2003. – В 93. – P. 126–134.
7. Choi, J.–K. Design of selective gas sensors using electrospun Pd–doped SnO₂ hollow nanofibers [Text] / J.–K. Choi, I.–S. Hwang, S.–J. Kim // Sensors and Actuators. – 2010. – В 150. – P. 191–199.
8. Chang, J.F. The effects of thickness and operation temperature on ZnO: Al thin film CO gas sensor [Text] / J. F. Chang // Sensors and Actuators. – 2002. – В 84. – P. 258–264.
9. Korotcenkov, G. Gas response control through structural and chemical modification of metal oxide films: state of the art and approaches [Text] / G. Korotcenkov // Sensors and Actuators. – 2005. – В 107. – P. 209–232.
10. Замбург, Е.Г. Теоретические исследования изменения электрофизических свойств наноразмерных пленок ZnO при воздействии газов для разработки газовых сенсоров с повышенной селективностью [Текст] / Е.Г. Замбург, И.А. Шипулин // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 10. – С. 67 – 78.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ В КИРАЛЬНОЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ГРАВИТАЦИИ ЭЙНШТЕЙНА-ГАУССА-БОННЕ

Кубасов А.С.

младший научный сотрудник ОНИИ
ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»
Россия, г. Ульяновск

Червон С.В.

главный научный сотрудник ОНИИ
ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», д-р ф-м наук, профессор,
Россия, г. Ульяновск

Денисова О.Д.

аспирант ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»
Россия, г. Ульяновск

В статье рассматривается подход «разбиения» потенциала для 5-ти мерной гравитации Эйнштейна-Гаусса-Бонне в рамках 2-х компонентной киральной космологической модели. Находятся точные решения для режима степенной эволюции масштабного фактора и гиперболического косинуса.

Ключевые слова: гравитация Гаусса-Бонне, киральная космологическая модель.

1. В работе [1] предложены методы конструирования точных решений для 2-х компонентной киральной космологической модели (ККМ). В рамках гравитации Эйнштейна-Гаусса-Бонне (ЭГБ) аналогичный подход использовался для доказательства существования модели «появляющейся» вселенной (Emergent Universe) [2]. В настоящей работе предложено обобщение на случай других масштабных факторов ($a(t) = At^n$ и $a(t) = A \cdot \cosh \eta$).

2. Представим систему уравнений ККМ и гравитации ЭГБ для 5-ти мерного пространства-времени Фридмана-Робертсона-Уокера (ФРУ) в виде [2] для пространственно-плоской вселенной $\varepsilon = 0$, выделив кинетическую энергию и потенциал:

$$V(\phi, \psi) = 6H^2 + \frac{3}{2}\dot{H} + 6\alpha_{GB}^2 H^2 \left(H^2 + \frac{1}{2}\dot{H} \right), \quad (1)$$

$$\left[1 + 2\alpha_{GB} H^2 \right] \cdot \dot{H} = -\frac{1}{3} \left(h_{11} \dot{\phi}^2 + h_{22}(\phi, \psi) \dot{\psi}^2 \right), \quad (2)$$

$$h_{11} \ddot{\phi} + 4 H h_{11} \dot{\phi} - \frac{1}{2} \frac{\partial h_{22}}{\partial \phi} \dot{\psi}^2 + \frac{\partial V}{\partial \phi} = 0, \quad (3)$$

$$h_{22}(\phi, \psi) \ddot{\psi} + \dot{h}_{22}(\phi, \psi) \dot{\psi} + 4 H h_{22}(\phi, \psi) \dot{\psi} - \frac{1}{2} \frac{\partial h_{22}}{\partial \psi} \dot{\psi}^2 + \frac{\partial V}{\partial \psi} = 0 \quad (4)$$

Воспользуемся одним из разбиений работы [1].

$$V(\phi, \psi) = V_1(\phi) + F(\phi)V_2(\psi), \quad h_{22}(\phi, \psi) = h_{22}(\psi) \quad (5)$$

3. Для разрешения данной системы необходимо задать конкретный вид масштабного фактора по методике, изложенной в работах [3], [4]. Возьмем один из классических вариантов – степенной, тогда

$$a(t) = At^n, \quad H = \frac{\dot{a}}{a} = \frac{n}{t}, \quad \dot{H} = -\frac{n}{t^2} < 0, \quad h_{22} = CF^{2n-1} \quad (6)$$

Отметим следующую особенность разбиения. При фиксации масштабного фактора (в случае, если $\phi = \int \sqrt{-3\dot{H}} dt$ интегрируется и можно выразить время t как функцию от ϕ : $t = t(\phi)$) решение для $\phi(t)$ и $V_1(\phi)$ однозначны, при этом $h_{22}(\phi)$, $F(\phi)V_2(\psi)$ и $\psi(t)$ зависят от связи ψ^2 и h_{22} . Для того, чтобы убрать произвольность в этой связи, необходимо знать структуру киральной метрики.

Для примера, можно положить зависимость $F=t$, что автоматически приводит к разделению ψ и h_{22} . Для этого случая решение принимает вид:

$$\psi = \sqrt{6\alpha_{GB}} \frac{n^3}{C} \frac{t^{5/2-n}}{5/2-n} + C_1, \quad \phi = \sqrt{3n} \ln t + C_2, \quad h_{11} = 1, \quad h_{22}(\phi) = CF(\phi)^{2n-1} = Ce^{\frac{(2n-1)\phi - C_2}{\sqrt{3n}}} \quad (7)$$

$$V_1(\phi) = \left(6n^2 - \frac{3}{2}n\right) e^{\frac{-2(\phi - C_2)}{\sqrt{3n}}}, \quad V_2(\psi) = 3\alpha_{GB} n^3 (2n-1) [B(\psi - C_1)]^{\frac{-10}{5-2n}}, \quad B = \frac{2\sqrt{6\alpha_{GB}} n^3}{(5-2n)\sqrt{C}} \quad (8)$$

Таким образом, мы показали, что логарифмическая зависимость одного поля и степенная – другого (первые две формулы (10)) поддерживает степенную эволюцию масштабного фактора.

4. Рассмотрим еще один из классических масштабных факторов – гиперболический косинус [3].

$$a(t) = A \cdot \text{ch} \gamma t, \quad H = \gamma \cdot \text{th}(\gamma t), \quad \dot{H} = \frac{\gamma^2}{\text{ch}^2(\gamma t)} \quad (9)$$

$$\phi = \pm 2\sqrt{3} \text{artan}(e^{\gamma t}), \quad \psi = \pm \sqrt{6\alpha_{GB}} i \gamma \ln(\text{ch}[\gamma t]), \quad h_{11} = -1, \quad \mathcal{G}(\phi) = \ln \left[\tan \left\{ \frac{\phi}{\pm 2\sqrt{3}} \right\} \right] \quad (10)$$

$$\frac{\partial \ln(h_{22})}{\partial t} + \frac{\partial \ln(F)}{\partial t} (1 + 2\text{sh}^2(\gamma t)) = 0, \quad h_{22}(\phi) = \frac{\gamma^2}{\text{ch}^2(\text{sh}(\mathcal{G}(\phi)))} \quad (11)$$

$$V_1(\phi) = \frac{6\gamma^2 \left(\text{sh}^2(\mathcal{G}(\phi)) + \frac{1}{4} \right)}{\text{ch}^2(\mathcal{G}(\phi))}, \quad F(\phi) = \text{sh}(\mathcal{G}(\phi)) \cdot e^{\text{sh}^2(\mathcal{G}(\phi))} \quad (12)$$

$$V_2(\psi) = \frac{3\alpha_{GB} \gamma^4}{\exp\{\text{sh}^2(\chi(\psi))\}} \frac{\text{th}^2(\chi(\psi))}{\text{sh}(\chi(\psi))} [\text{th}^2(\chi(\psi)) + 1], \quad \chi(\psi) = \text{arcch} \left[\exp \left[\frac{\psi}{\sqrt{6\alpha_{GB}} i \gamma} \right] \right] \quad (14)$$

В этом случае мы видим, что зависимости полей (первые две формулы (10)) более сложные, чем для степенной инфляции, что и обеспечивает нужную эволюцию.

Авторы выражают признательность за частичную финансовую поддержку работы в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности № 2014/391 по проекту №1670.

Список литературы

1. Кубасов, А.С. Методы конструирования точных решений в двухкомпонентной киральной космологической модели. / А.С. Кубасов, С.В. Червон // Нелинейные поля в теории гравитации и космологии: матер. трудов междунар. семинара. – Казань, 2013/ – С. 224-237/
2. Chervon, S. V. An Emergent Universe supported by chiral cosmological fields in Einstein--Gauss--Bonnet gravity / S.V. Chervon, S.D. Maharaj, Aroonkumar Beesham, A.S. Kubasov // arXiv preprint arXiv:1405.7219. – 2014.
3. Ellis, G. F. R. Exact scalar field cosmologies / G. F. R. Ellis, M. S. Madsen // Classical and Quantum Gravity. – 1991. – Т. 8. – №. 4. – С. 667.
4. Журавлев, В. М. Новые классы точных решений в инфляционной космологии. / В.М. Журавлев, С.В. Червон, В.К. Щиголев // ЖЭТФ. – 1988. – том 114. – вып. 2(8). – С. 406-417.

КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ НЕОДНОРОДНОСТИ В КРИСТАЛЛАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА

Прохоров И.А.

с.н.с. филиала ФГБУН Института кристаллографии им. А.В. Шубникова
РАН Научно-исследовательский центр «Космическое материаловедение»,
с.н.с., канд. физ.-мат. наук,
Россия, г. Калуга

Серебряков Ю.А.

в.н.с. филиала ФГБУН Института кристаллографии им. А.В. Шубникова
РАН Научно-исследовательский центр «Космическое материаловедение»,
с.н.с., канд. хим. наук,
Россия, г. Калуга

Власов В.Н.

с.н.с. филиала ФГБУН Института кристаллографии им. А.В. Шубникова
РАН Научно-исследовательский центр «Космическое материаловедение»,
с.н.с., канд. физ.-мат. наук,
Россия, г. Калуга

Коробейникова Е.Н.

н.с. филиала ФГБУН Института кристаллографии им. А.В. Шубникова
РАН Научно-исследовательский центр «Космическое материаловедение»,
Россия, г. Калуга

Представлены результаты исследования концентрационных и структурных неоднородностей в монокристалле GaSb:Si, состоящем из затравки, выращенной методом Чохральского в условиях нестационарной конвекции, и части, перекристаллизованной методом вертикальной направленной кристаллизации в условиях стационарных ламинарных течений. Показано, что использование комплекса методов (металлографических, электрофизических, рентгеновской топографии) в сочетании с цифровой обработкой рентгенографических изображений позволяет получать детальную информацию о взаимосвязи концентрационных и структурных неоднородностей в кристаллах, проводить оценки ам-

плитуды и пространственных характеристик вариации состава в кристаллах. Установлено, что снижение интенсивности конвективных течений и переход к диффузионно-контролируемому росту приводит к повышению однородности кристаллов на микроуровне.

Ключевые слова: полупроводники, антимонид галлия, монокристаллы, вертикальная направленная кристаллизация, конвекция, полосы роста, рентгеновская топография, структурные дефекты.

Введение

Флуктуации скорости роста кристаллов вызывают соответствующие изменения эффективного коэффициента распределения и приводят к формированию микронеоднородностей в распределении примеси в виде полос роста [1]. Такие концентрационные неоднородности отражают особенности тепломассопереноса вблизи фронта кристаллизации и являются в настоящее время основным источником информации как об особенностях процесса кристаллизации, так и о возмущающих эффектах различных внешних факторов. Поэтому получение количественной информации об амплитуде и пространственных характеристиках флуктуаций состава важно для изучения механизма образования макро- и микронеоднородностей и разработки эффективных методов повышения однородности кристаллов.

В настоящей работе представлены результаты изучения концентрационных микронеоднородностей в кристаллах GaSb:Si методами рентгеновской топографии с привлечением данных рентгеновской дифрактометрии, металлографических и электрофизических измерений.

1. Методика эксперимента

Экспериментальные исследования кристаллизации полупроводниковых соединений методом вертикальной направленной кристаллизации с потоком тепла сверху от расплава к затравке показали, что при стационарных ламинарных течениях в расплаве значительно ослабляются пульсации температуры в расплаве и, соответственно, скорости роста, стабилизируется величина пограничного слоя и повышается макро- и микрооднородность распределения легирующей примеси [2]. Исключение термокапиллярной, минимизация термогравитационной и вибрационной видов конвекции дает возможность приблизиться к диффузионному режиму массопереноса в расплаве, при котором происходит свободный рост кристаллов путем самоорганизации атомов. Развиваемый на основе этих принципов метод кристаллизации [3] был отработан на примере роста кристалла антимонида галлия, легированного кремнием. Полученный кристалл имел затравочную и перекристаллизованную части, выращенные в резко отличающихся условиях тепломассопереноса. Затравка была получена методом Чохральского в условиях интенсивной нестационарной конвекции, а перекристаллизованная часть – в условиях значительно ослабленной конвекции (скорость течений вблизи фронта кристаллизации $v \sim 5 \cdot 10^{-6}$ см/с [3]). Кристалл был выращен в направлении $\langle 111 \rangle$, кон-

центрация кремния составляла $[Si]=2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Равновесный коэффициент распределения кремния в GaSb близок к единице.

Для проведения исследований кристалл (диаметр 23 мм, длина 75 мм) GaSb:Si был разрезан на продольные {110} и поперечные {111} пластины. Для удаления нарушенного слоя образцы прошли полный промышленный цикл механической обработки с финишной химико-механической полировкой. Конечная толщина пластин составляла $t = 450 \text{ мкм}$. Однокристалльные топограммы на просвет получали методом аномального прохождения рентгеновских лучей по схеме Барта-Хоземана. Использовали отражения типа 220 в MoK_α излучении.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным металлографических исследований форма первичного фронта кристаллизации была слегка вогнутой, отклонение от плоскостности не превышало 0.5 мм. При этом перекристаллизованная часть по сравнению с затравкой характеризуется более однородными параметрами, связанными с распределением примеси. В первую очередь это проявляется в отсутствии в перекристаллизованной части полос роста, в то время как в затравке полосы роста наблюдались. Об этом также свидетельствуют результаты измерений распределения сопротивления растекания и подвижности носителей заряда. В целом эти факты подтверждают нестационарный характер тепломассопереноса при росте методом Чохральского и стационарный – при ослабленной конвекции в реализованных условиях роста методом вертикальной направленной кристаллизации.

На рис.1 приведена рентгеновская топограмма кристалла, полученная методом аномального прохождения рентгеновских лучей. Видно, что в условиях нестационарного роста (затравка) формирование интенсивных примесных полос роста происходит даже в условиях близости равновесного коэффициента распределения Si в GaSb к единице. В перекристаллизованной (в условиях ослабленной конвекции) части кристалла полосы роста отсутствуют.

Цифровая обработка яркости изображения полос роста (рис.2) на рентгеновской топограмме затравки (рис.2-а) позволила сделать выводы о сложном характере влияния процессов нестационарного тепломассопереноса на формирование полос. На рис. 2-б приведены распределения амплитуд яркости изображения в виде квазипериодических пространственных характеристик изменения полезного сигнала. Спектральный анализ полученных распределений показал, что частотный спектр изменения сигнала (рис. 2в) достаточно сложный. Периодичность наиболее высокочастотных вариаций интенсивности составляет $\sim 43 \text{ мкм}$. Эта величина соответствует характерному периоду наблюдаемых полос роста, обусловленному периодическому изменению условий тепломассопереноса в расплаве и роста при вращении кристалла в методе Чохральского. Выявляемые на рис. 2-в другие значения периодов свидетельствуют о действии нескольких механизмов формирования концентрационных микронеоднородностей.

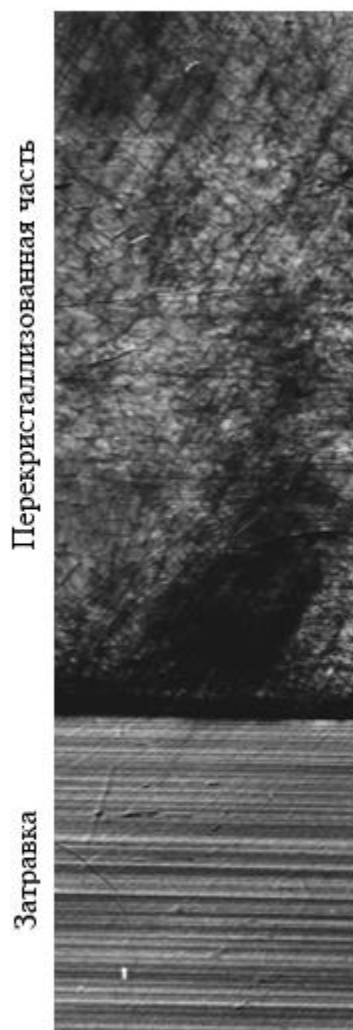


Рис. 1. Рентгеновская топограмма, метод аномального прохождения рентгеновских лучей, MoK_α излучение

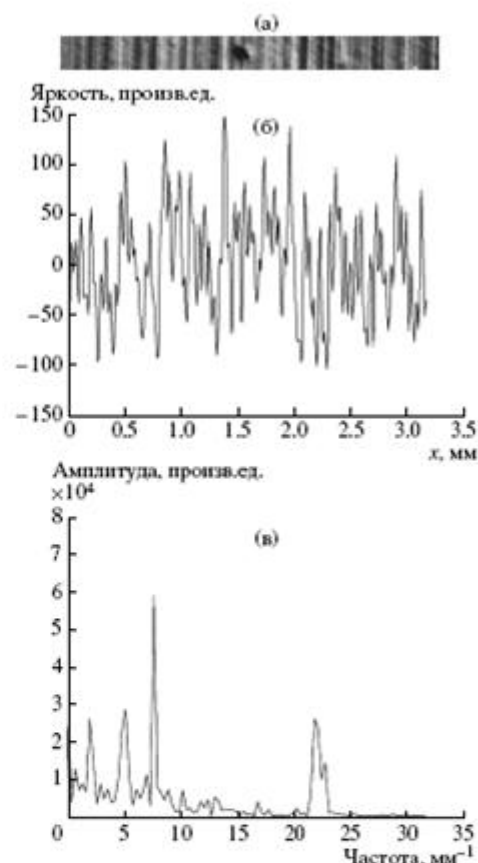


Рис. 2. Цифровая обработка изображений полос роста.
а — фрагмент топограммы с полосами роста;
б — распределение яркости изображения полос роста (I);
в — спектральная плотность распределения I

В области кристалла, перекристаллизованной в условиях значительно ослабленной конвекции при отсутствии полос роста, более информативными являются электрофизические методы. В частности, повышение подвижности носителей заряда и более высокие значения удельного сопротивления связаны с улучшением структурного совершенства перекристаллизованной части кристалла по сравнению с затравкой. Кремний является амфотерной примесью, и его присутствие не меняет концентрацию носителей заряда в кристалле. Нелегированный GaSb является полупроводником р-типа. Наличие в нем дырок обусловлено дефектами структуры кристалла, которые создают в нем мелкие акцепторные уровни. Перекристаллизованная часть кристалла по сравнению с затравкой содержит меньше структурных дефектов, связанных с отклонением состава от стехиометрии. Следовательно, и концентрация дырок в ней меньше, чем в затравке. Это приводит к повышению удельного сопротивления перекристаллизованной части по сравнению с затравкой. Боль-

шая концентрация дефектов приводит к увеличению рассеяния носителей заряда на дефектах и к снижению их подвижности, а меньшая концентрация дефектов – к повышению подвижности носителей заряда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод вертикальной направленной кристаллизации, позволяющий проводить рост кристаллов при значительном снижении интенсивности конвективных течений, дает возможность существенно повысить структурное совершенство и однородность выращиваемых кристаллов на микроуровне. При практическом исключении основных видов конвекции появляется возможность приблизиться к диффузионному режиму массопереноса в расплаве, при котором происходит свободный рост кристаллов путем самоорганизации атомов.

Использование комплекса методов (металлографических, электрофизических, рентгеновской топографии) в сочетании с цифровой обработкой рентгенотопографических изображений позволяет получить информацию о взаимосвязи концентрационных и структурных неоднородностей в кристалле GaSb:Si с условиями тепломассопереноса, провести оценки амплитуды и пространственных характеристик вариации состава в кристаллах. Исследования проведены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 14-42-03034)»

Список литературы

1. Глазов В.М., Земсков В.С. Физико-химические основы легирования полупроводников. / М.: Наука. – 1967. – 371 с.
2. Мюллер Г. Выращивание кристаллов из расплава. Конвекция и неоднородности. / Пер. с англ. М.: Мир. – 1991. – 143с.
3. Рост высокооднородных кристаллов GaSb:Te для термофотоэлектрических преобразователей энергии / Ю.А. Серебряков, В.С. Сидоров, И.А. Прохоров, Е.Н. Коробейникова и др. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2014. – №7. – С.49-57.

РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Солопова В.Ю.

магистрант факультета математики и естественнонаучного образования
Педагогического института НИУ «БелГУ»,
Россия, г. Белгород

Солодовник Л.Ф.

старший преподаватель кафедры математики факультета математики
и естественнонаучного образования
Педагогического института НИУ «БелГУ»,
Россия, г. Белгород

Цецорина Т.А.

доцент кафедры математики факультета математики и естественнонаучного
образования Педагогического института НИУ «БелГУ»,
Россия, г. Белгород

В статье необходимость учета индивидуальных особенностей учащихся в процессе обучения рассматривается в качестве одной из декларируемых задач современных подходов педагогики и образования. Создание условий для выбора учащимися способа решения той или иной математической задачи создает реальные возможности для учета индивидуальности учащихся.

Ключевые слова: индивидуальные особенности, механизмы решения задачи, метод решения, математическая задача, вектор, расстояние между прямыми.

Необходимость учитывать индивидуальные особенности учащихся в процессе обучения является одной из декларируемых задач современных подходов педагогики и образования. Однако конкретные механизмы решения этой задачи часто вызывают затруднения у педагогов. Между тем, само предметное содержание школьных дисциплин создает реальные возможности для учета индивидуальности учащихся. Одной из приоритетных целей математического образования является «формирование представлений о математике как универсальном языке науки, средстве моделирования явлений и процессов, об идеях и методах математики» [1, с. 3]. Примером может послужить создание условий для выбора учащимися способа решения той или иной математической задачи. Именно возможность выбора «своего» любимого способа решения позволяет ученику находиться в более комфортных для него условиях учения, способствует достижению успеха и повышению мотивации и интереса к учению.

Для того, чтобы ученик мог выбирать способ решения, учитель должен обеспечить основу для этой возможности – помочь учащемуся овладеть несколькими способами решения задачи. Поэтому так важно при обучении ма-

тематике уделять внимание всему её богатому инструментарию и разнообразию методов и приемов решения задач. Особенно благодатным материалом в этом смысле являются геометрические задачи. Так, одна из задач единого государственного экзамена по математике основана на материале темы «Углы и расстояния в пространстве». Наиболее сложные задачи этой группы – задачи на вычисление расстояний между скрещивающимися прямыми. Рассмотрим одну из таких задач и покажем различные способы её решения [2, с. 56].

В правильной треугольной призме $ABCA_1B_1C_1$, все ребра которой равны 1, найти расстояние между прямыми AB_1 и BC_1 .

1. Векторный метод. Расстояние между прямыми найдем как длину их общего перпендикуляра MN (рис. 1).

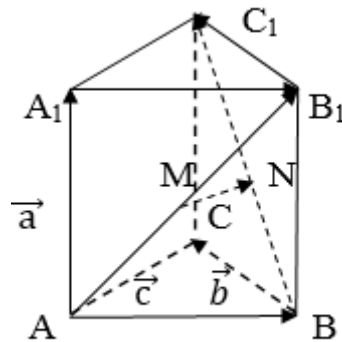


Рис. 1

Выбрав базисные векторы, длины которых и углы между ними известны, выразим вектор \overrightarrow{MN} через них. Длина этого вектора и есть расстояние между скрещивающимися прямыми.

Базисные векторы $\overrightarrow{AA_1} = \vec{a}$, $\overrightarrow{AB} = \vec{b}$, $\overrightarrow{AC} = \vec{c}$; $|\vec{a}| = |\vec{b}| = |\vec{c}| = 1$;

$\angle(\vec{a}, \vec{b}) = \angle(\vec{a}, \vec{c}) = 90^\circ$ $\angle(\vec{b}, \vec{c}) = 60^\circ$.

$\overrightarrow{MN} = \overrightarrow{MB_1} + \overrightarrow{B_1C_1} + \overrightarrow{C_1N}$

$\overrightarrow{MB_1} \parallel \overrightarrow{AB_1} \Rightarrow \overrightarrow{MB_1} = k \overrightarrow{AB_1}$

$\overrightarrow{AB_1} = \vec{a} + \vec{b} \Rightarrow \overrightarrow{MB_1} = k(\vec{a} + \vec{b})$

$\overrightarrow{B_1C_1} = \overrightarrow{BC} = \vec{c} - \vec{b}$

$\overrightarrow{C_1N} \parallel \overrightarrow{C_1B} \Rightarrow \overrightarrow{C_1N} = n \overrightarrow{C_1B}$

$\overrightarrow{C_1B} = \overrightarrow{C_1B_1} + \overrightarrow{B_1B} = \vec{b} - \vec{c} - \vec{a}$ $\overrightarrow{C_1N} = n(\vec{b} - \vec{c} - \vec{a})$

$\overrightarrow{MN} = k(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} - \vec{b} + n(\vec{b} - \vec{c} - \vec{a}) = (k-n) \vec{a} + (k-1+n) \vec{b} + (1-n) \vec{c}$

$MN \perp AB_1 \Rightarrow \overrightarrow{MN} \cdot \overrightarrow{AB_1} = 0$

$((k-n) \vec{a} + (k-1+n) \vec{b} + (1-n) \vec{c}) \cdot (\vec{a} + \vec{b}) = 0$

Получим: $k - n + k - 1 + n + (1-n) \cdot \frac{1}{2} = 0$

Т.к. $\vec{a}^2 = 1$ $\vec{a} \cdot \vec{b} = 0$ $\vec{b} \cdot \vec{c} = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$, то будем иметь:

$2k - \frac{n}{2} - \frac{1}{2} = 0$ или $4k - n - 1 = 0$ (1)

Аналогично, $MN \perp C_1B \Rightarrow \overrightarrow{MN} \cdot \overrightarrow{C_1B} = 0$

$((k-n) \vec{a} + (k-1+n) \vec{b} + (1-n) \vec{c}) \cdot (\vec{b} - \vec{c} - \vec{a}) = 0$

$k - 1 + n + (1-n) \cdot \frac{1}{2} - (k-1+n) \cdot \frac{1}{2} - 1 + n - k + n = 0$

$$2n - \frac{k}{2} - 1 = 0 \quad 4n - k - 2 = 0 \quad (2)$$

Учитывая равенства (1) и (2), получим систему уравнений:

$$\begin{cases} 4k - n - 1 = 0 \\ -k + 4n - 2 = 0 \end{cases} \Rightarrow 15n = 9 \Rightarrow n = \frac{3}{5} \quad k = \frac{2}{5}.$$

$$\overrightarrow{MN} = -\frac{1}{5}\vec{a} + \frac{2}{5}\vec{c} \quad |\overrightarrow{MN}| = \sqrt{\overrightarrow{MN}^2} = \sqrt{\left(-\frac{1}{5}\vec{a} + \frac{2}{5}\vec{c}\right)^2}$$

$$|\overrightarrow{MN}| = \sqrt{\frac{1}{25} + \frac{4}{25}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$\text{Следовательно } \rho(AB_1, BC_1) = \frac{\sqrt{5}}{5}.$$

2. Расстояние между скрещивающимися прямыми можно найти как расстояние от одной из этих прямых до плоскости, проходящей через другую прямую параллельно первой прямой. Выбрав систему координат, запишем уравнение этой плоскости α : $ax+by+cz+d=0$, на первой прямой возьмем точку $M(x_0, y_0, z_0)$ и воспользуемся формулой

$$\rho(M, \alpha) = \frac{|ax_0 + by_0 + cz_0 + d|}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$$

$$\rho(M, \alpha) = \rho(AB_1, BC_1)$$

Достроим призму $ABCA_1B_1C_1$ до параллелепипеда $ABCA_1B_1C_1D_1$ (рис. 2)

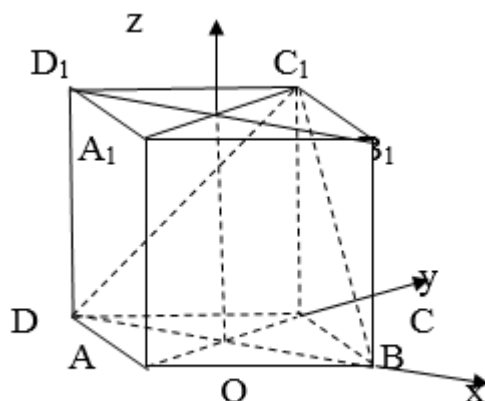


Рис. 2

$$DC_1 \parallel AB_1 \Rightarrow (DC_1B) \parallel AB_1$$

$$\rho(AB_1, BC_1) = \rho(A, (DC_1B))$$

$ABCD$ – ромб, $AC \perp BD$, поэтому систему координат можно выбрать так, как показано на рисунке 2.

Найдем уравнение плоскости DC_1B : $ax+by+cz+d=0$

$$O(0; 0; 0) \in (DC_1B) \Rightarrow d = 0$$

$$B\left(\frac{\sqrt{3}}{2}; 0; 0\right) \in (DC_1B) \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2}a = 0 \Rightarrow a = 0$$

$$C_1\left(0; \frac{1}{2}; 1\right) \in (DC_1B) \Rightarrow \frac{1}{2}b + c = 0 \Rightarrow c = -\frac{1}{2}b$$

$$\text{Уравнение } (DC_1B): by - \frac{1}{2}bz = 0, 2y - z = 0$$

$$A\left(0; -\frac{1}{2}; 0\right) \in AB_1 \quad \rho(A, (DC_1B)) = \frac{|2 \cdot (-\frac{1}{2})|}{\sqrt{4+1}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\rho(AB_1, BC_1) = \rho(A, (DC_1B)) = \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{5}.$$

Список литературы

1. Программы для общеобразовательных школ, гимназий, лицеев: Математика 5-11 кл. [Текст] / Сост. Г.М. Кузнецова, Н.Г. Миндюк. – М., 2012.
2. Геометрия. Готовимся к ЕГЭ. 11 класс: пособие для учащихся общеобразовательных учреждений [Текст] / В.Н. Литвиненко. – М.: Просвещение, 2014. – 160 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ТЕРМИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В КЕРАМИЧЕСКОЙ ТРУБКЕ СБОРНОГО СТОПОРА

Ткачёв В.И.

ассистент кафедры (ИиИТО),
Россия, г. Бирск

Рассматривается динамика температурных полей и термических напряжений в керамической трубке при теплообмене в стопорном механизме машины непрерывного литья заготовок. Исследуется влияние коэффициента линейного расширения на термические напряжения, возникающие в стопорной трубке при заданных условиях теплообмена. Определён интервал допустимых значений коэффициента линейного расширения.

Ключевые слова: температурное поле, термические напряжения, коэффициент линейного расширения, метод конечных элементов, керамика.

Моделирование процесса теплообмена и динамических термоупругих напряжений проводится для случая, когда стопорная трубка (рис.1) полностью погружена в расплавленный металл, начиная с момента резкого заполнения промежуточного ковша. Термические напряжения в стопорной трубке рассчитываются с помощью осесимметричной модели термоупругости в квазистатическом приближении [1]. Оценка интенсивности теплообмена поверхности трубки с расплавленной сталью производится на основе критериальной зависимости С.С. Кутателадзе [2]. Теплообмен на внутренней поверхности трубки рассчитывается с учётом свободной конвекции в ограниченном пространстве [3].

При моделировании теплообмена на границах Γ_4, Γ_5 области Ω_2 (стопорной трубки) учитывается контакт с соседними стопорными трубками Ω_1, Ω_3 . Поверхность трубки предполагается свободной от механических нагрузок, поэтому напряжения достаточно рассчитывать только в области Ω_2 .

Область $\Omega \in R^3$ – осесимметричное изделие с границей $\Gamma \in \partial\Omega$, $\Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2 \cup \Gamma_3 \cup \Gamma_4 \cup \Gamma_5$, $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3$ (рис 1). Распределение температуры $T(r, z, t)$ в области Ω описывается уравнением теплопроводности

$$\rho_k c_k \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda_k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right),$$

где точка $(r, z) \in \Omega$, $t \in [0, \bar{T}]$, ρ_k – плотность материала изделия, c_k – теплоёмкость изделия, λ_k – коэффициент теплопроводности.

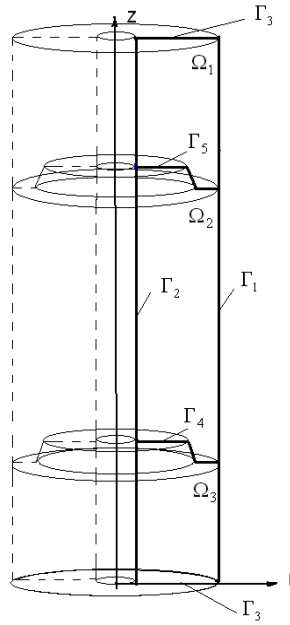


Рис. 1. Осесимметричная модель стопорной пробки

Начальные и граничные условия имеют вид

$$T(r, z, t)|_{t=0} = T_0,$$

$$\lambda_k \frac{\partial T(r, z, t)}{\partial n} \Big|_{\Gamma_1} = \alpha_m (T - T_m), \quad \lambda_k \frac{\partial T(r, z, t)}{\partial n} \Big|_{\Gamma_2} = \alpha_b (T - T_b), \quad \lambda_k \frac{\partial T(r, z, t)}{\partial n} \Big|_{\Gamma_3} = 0,$$

$$\lambda_k \frac{\partial T_{\Omega_1}(r, z, t)}{\partial n} \Big|_{\Gamma_4} = \lambda_k \frac{\partial T_{\Omega_2}(r, z, t)}{\partial n} \Big|_{\Gamma_4}, \quad \lambda_k \frac{\partial T_{\Omega_2}(r, z, t)}{\partial n} \Big|_{\Gamma_5} = \lambda_k \frac{\partial T_{\Omega_3}(r, z, t)}{\partial n} \Big|_{\Gamma_5},$$

здесь α_m – коэффициенты теплообмена с металлом, α_b – коэффициенты теплообмена с воздухом в трубке, T_m – температура расплавленного металла, T_b – температура воздуха в трубке, n – вектор внешней нормали к границе области Ω .

Изменение температуры воздуха внутри стопорной трубки описывается уравнением

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{V_b} \rho_b c_b T_b(r, z, t) dV_b = \int_{\Gamma_2} \lambda_b \frac{\partial T(r, z, t)}{\partial n} d\Gamma_2,$$

где ρ_b – плотность воздуха, c_b – теплоёмкость воздуха, V_b – объём воздуха внутри трубки.

Напряженное состояние, возникающее в области Ω_2 , описывается системой уравнений [1]

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_{rr}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial z} + \frac{\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta}}{r} = 0 \\ \frac{\partial \sigma_{rz}}{\partial r} + \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} + \frac{\sigma_{rz}}{r} = 0 \end{cases},$$

здесь σ_{ij} – компоненты тензора напряжений, $i, j = r, z, \theta$. Граничные условия для уравнения термоупругости в рассматриваемом случае примут вид

$$\begin{cases} \sigma_{rr}n_r + \sigma_{rz}n_z = 0 \\ \sigma_{rz}n_r + \sigma_{zz}n_z = 0 \end{cases},$$

где n_r, n_z – направляющие косинусы внешней нормали к границе Γ .

Для проведения численного моделирования построена конечно-элементная модель трубки стопорного механизма, состоящая из 5213 элементов и содержащая 2832 узла. В расчётах начальная температура трубки полагается равной $T_0 = 950^\circ\text{C}$, а температура расплавленного металла поступающего в промежуточный ковш равна $T_m = 1500^\circ\text{C}$. Трубку считаем равномерно прогретой по всему объёму в начальный момент времени. Принимается допущение, что температура воздуха внутри трубки изменяется равномерно. Все механические и теплофизические характеристики материала полагаются постоянными.

Численное исследование показало, что при заданных условиях к разрушению стопора могут привести растягивающие напряжения. Также отмечено, что максимальные растягивающие напряжения возникают вдоль внутренней поверхности изделия.

На рис. 2 представлена динамика растягивающих термических напряжений возникающих в стопорной трубке.

В результате параметрического анализа, проведённого при значениях коэффициента линейного расширения из диапазона $2 \cdot 10^{-7} \leq \alpha_T \leq 3 \cdot 10^{-6}$ (рис. 3), установлено, что для рассмотренных условий, растягивающие термические напряжения не превышают предела прочности, если значение коэффициента принадлежит диапазону $2 \cdot 10^{-7} \leq \alpha_T \leq 2,3 \cdot 10^{-6}$.

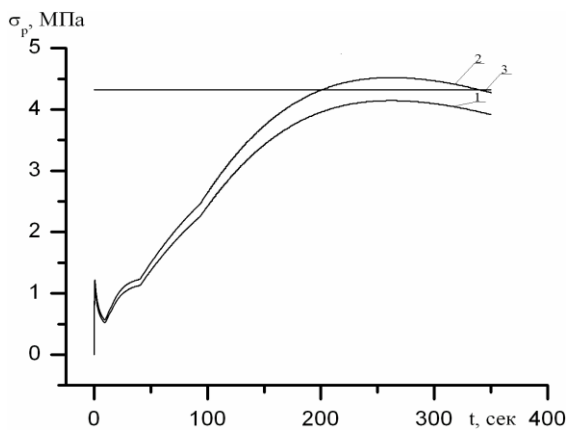


Рис. 2. Динамика максимальных растягивающих термонапряжений при $\alpha_T = 2,2 \cdot 10^{-6}$ 1/K (1) и $\alpha_T = 2,4 \cdot 10^{-6}$ 1/K (2), предел прочности материала на сжатие (3).

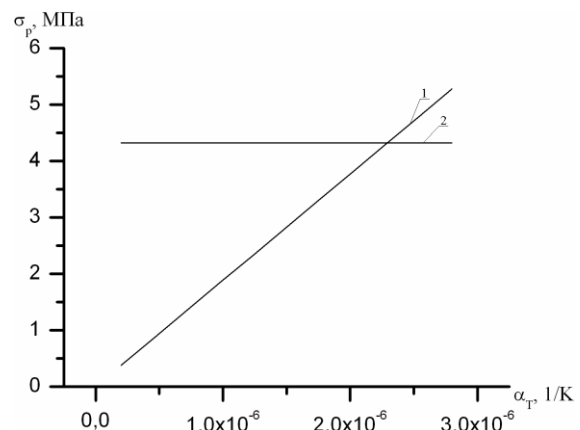


Рис. 3. Зависимость максимальных растягивающих термонапряжений от коэффициента линейного расширения (1), предел прочности материала на растяжение (2).

Для проведения теоретических исследований разработан комплекс программ, основанный на методе конечных элементов [4], позволяющий рассчитывать температурные поля и термические напряжения для изделий произ-

вольной геометрической формы. Проведён анализ результатов для различных величин линейного расширения и определён диапазон допустимых значений, в пределах которого изделие не разрушается, при заданных условиях теплообмена. Полученные результаты могут применяться в качестве рекомендаций при изготовлении керамических трубок.

Список литературы

1. Коваленко А. Д. Основы термоупругости [Текст]: учеб. пособие / Коваленко А. Д. – Киев: Наукова думка, 1975. – 301 с.
2. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена [Текст]: учеб. пособие/ Кутателадзе С.С.; изд. 5-е перераб. и доп. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.
3. Матрюков Б.С. Теплотехнические расчёты промышленных печей [Текст]: учеб. пособие/ Матрюков Б.С. – М.: Металлургия. 1972. – 368 с.
4. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов [Текст]: учеб. пособие/Сегерлинд Л.: пер. с англ. – М.: Мир, 1979. –393 с.

ПРИБЛИЖЕННЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ КЛАСТЕРА В ВЕЩЕСТВЕ

Шаханова Г.А.

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
к.ф.-м.н., доцент,
Казахстан, г. Астана

Мубарак Н.

магистрант кафедры ядерной физики, новых материалов и технологий,
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Казахстан, г. Астана

В статье рассматривается кластерная модель множественного рождения адронов в адрон-ядерных взаимодействиях. Даются приближенные решения уравнений, описывающих движение кластера в ядре. На основе полученного решения рассчитываются

корреляции n_s от n_g , $\langle n_s \rangle$ от $n_{g,}$ зависимость $R = \frac{\langle n_s \rangle_{kA}}{\langle n_s \rangle_{kp}}$ от N_g . Проводится сравнение этих характеристик с экспериментальными данными.

Ключевые слова: кластер, адрон, ядро, высокие энергии.

Рождение частиц в кластерной модели [1] не происходит мгновенно, а занимает конечный временной интервал. При этом наблюдаемые характеристики оказываются зависящими от величины этого интервала и от свойств тех короткоживущих промежуточных состояний, в которых пребывает адронная материя до ее превращения в конечные частицы. Такие состояния были получены в экспериментах в космических лучах, а попытки их модельного описания сформулированы в работах Гейзенберга, Ферми и Померанчука [2].

Рождение большинства частиц проходит через стадию образования, развития и распада адронного кластера, который образуется при взаимодействии налетающей частицы с одним из нуклонов ядра.

В процессе своего развития кластер расширяется с околосветовой скоростью. Идея о расширении кластера в предраспадном состоянии была выдвинута и положена в основу конкретной модели множественного рождения в адронных взаимодействиях Померанчуком. Впервые для описания адрон-ядерных взаимодействий она была использована в рамках кластерной модели.

Большинство характеристик процесса множественного рождения на ядрах, вычисляемых в модели, может быть найдено лишь в итоге весьма громоздкого численного решения уравнений

$$\frac{dE}{dz} = \bar{\epsilon} \int_{\sigma_{kN}} \rho(x, y, z) dx dy \quad /1/$$

$$\frac{dE_0}{dz} = T_{kN}(z) \int \rho(x, y, z) dx dy, \quad /2/$$

$$\sigma_{kN}(z) = \pi [r_0 + \int_1(z, 0)^\dagger z \equiv \int dz' / \sqrt{\gamma'^2 (z') - 1}] \quad /3/$$

$$T_{kN}(z) = \langle k \rangle_{kN} \left\{ \sqrt{2m\gamma(E)E_0 + E_0^2 + m^2} - (E_0 + m) \right\} \quad /4/$$

$$\gamma(z) = \frac{E(z)}{E_0(z)} \quad /5/$$

Однако приближенные оценки ряда величин можно получить аналитически.

Для однородной ядерной среды уравнения /1-2/ имеют вид:

$$\frac{dE}{dz} = -\bar{\epsilon} \rho \sigma_{kN}(z) \quad /6/$$

$$\frac{dE_0}{dz} = T_{kN}(z) \rho \sigma_{kN}(z) \quad /7/$$

где

$$\sigma_{kN}(Z) = \pi \left[r_0 + \int_{z_0}^Z \frac{dz'}{\sqrt{\gamma^2(z') - 1}} \right]^2 \quad /8/$$

$$\gamma(z) = \frac{E(z)}{E_0(z)}$$

$$T_{1kN}(z) = \langle k \rangle_{1kN} \{ \sqrt{(2m\gamma(E) E_{10} + E_{10}^2)} + m^2 - (E_{10} + m) \} \quad /9/$$

Поделив уравнение /7/ на /6/, получим уравнение, связывающее массу кластера с его энергией.

$$\frac{d\kappa}{d\Delta E} = \frac{\langle k \rangle_{kN}}{\bar{E}} \left\{ \sqrt{\frac{1}{\langle k \rangle}} + \kappa^2 - \kappa \right\} \quad /10/$$

Введем новые переменные $\Delta E = E(0) - E$ и $\kappa = \frac{E_0}{E_0}$, представляющие собой энергию, переданную на возбуждение ядра и фактор роста массы кластера.

Пренебрегая в /1/ членами порядка $\frac{m}{E_0}$ приближенно полагая, что $\gamma \approx \frac{\gamma(0)}{\kappa}$, получим вместо /1/ уравнение следующего вида

$$\frac{d\kappa}{d\Delta E} = \frac{\langle k \rangle_{kN}}{\bar{E} \left\{ \sqrt{\frac{1}{\langle k \rangle}} + \kappa^2 - \kappa \right\}} \quad /11/$$

или при

$$(\sqrt{(1/\langle k \rangle) + \kappa^2} - \kappa) d\kappa = d\Delta E / \bar{E} \quad /12/$$

Его решением является следующее выражение

$$\Delta E = \frac{\bar{E}}{2 \langle k \rangle_{NN}} \left[\frac{\sin x + 1}{\cos^2 x} + \ln \tan \left(\frac{\pi}{2} + \frac{x}{2} \right) \right] + C, \quad /13/$$

где

$$x = \arctg \sqrt{\langle k \rangle_{NN}} * \kappa \quad /14/$$

постоянная интегрирования C определяется из условия

$$\Delta E = \bar{E} \quad \text{при } \kappa = 1 \quad /15/$$

$$C = \left\{ 1 - \frac{1}{2 \langle k \rangle_{NN}} * \left[\frac{\sin x + 1}{\cos^2 x} + \ln \tan \left(\frac{\pi}{2} + \frac{x_0}{2} \right) \right] \right\}, \quad /16/$$

где

$$x_0 = \arctg \sqrt{\langle k \rangle_{NN}}$$

/17/

Таким образом,

$$\Delta E = \bar{E} \left\{ 1 + \frac{1}{2\langle k \rangle_{NN}} \left[\frac{\sin x + 1}{\cos^2 x} - \frac{\sin x_0 + 1}{\cos^2 x_0} + \ln \frac{\operatorname{tg} \left(\frac{\pi + x}{4} \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{\pi + x_0}{4} \right)} \right] \right\} \quad /18/$$

Величину ΔE можно связывать с числом g-частиц, а \mathcal{H} – с числом S-частиц. Следовательно, соотношение /18/ определяет в первом приближении корреляции между $\langle n_s \rangle$ и $\langle n_g \rangle$.

Эти корреляции представлены на рис. 1 и 2, где они сравниваются с экспериментальными данными [3,4] по определению зависимости n_s от n_g для ядер Al, Cu, Ag и Pb в $\pi - A$ - столкновениях при $E_\pi = 20 \text{ ГэВ}$ и для тяжелых ядер эмульсии в pA-столкновениях при $E_p = 200 \text{ ГэВ}$. Как видно этих рисунков, оценка /18/ для зависимости $\langle n_s \rangle$ от $\langle n_g \rangle$ обладает неплохой точностью.

На рис. 3 представлены расчетные кривые и экспериментальные дан-

ные (3) по зависимости $R = \frac{\langle n_s \rangle_{\pi A}}{\langle n_s \rangle_{p p}}$ от n_g для $\pi^+ Pb$ – взаимодействий при энергиях π^+ – мезона 50 ГэВ, 100 ГэВ и 150 ГэВ. И этот рисунок свидетельствует об удовлетворительном использовании приближения /18/.

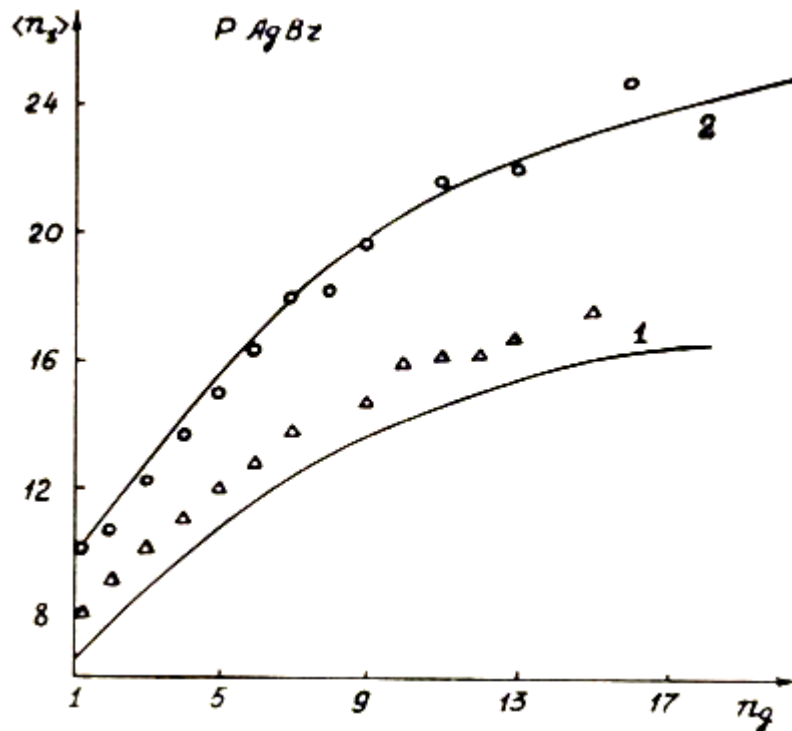


Рис. 1. Зависимость $\langle n_s \rangle$ от n_g .
Экспериментальные данные взяты из [4]

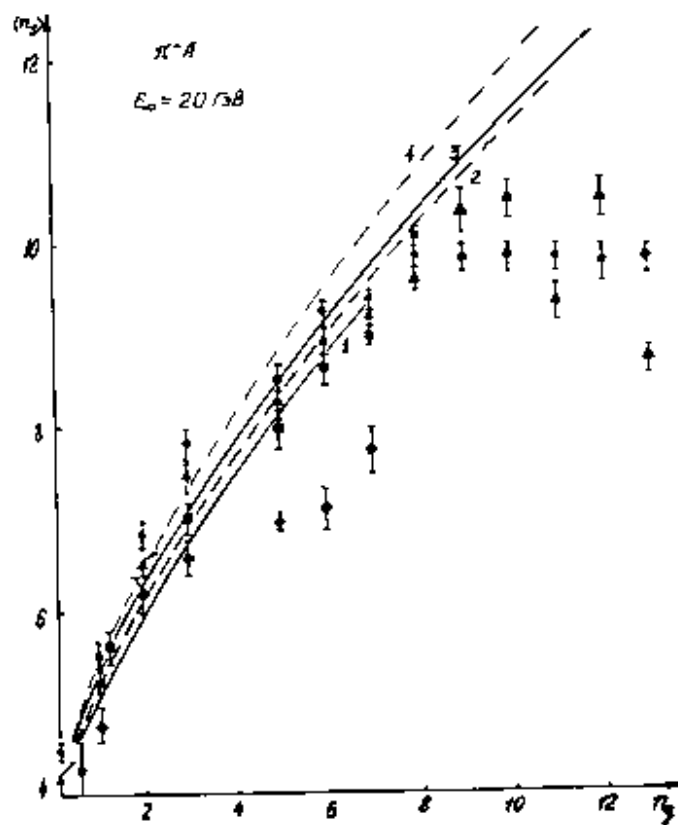


Рис. 2. Зависимость (n_s) от n_g .
 Al- \diamond ; Cu- \square ; Pb- \bullet ; кривые – расчет по модели эксперимент [3].
 Кривые- расчет по модели 1-Al; 2-Cu; 3-Ag; 4-Pb

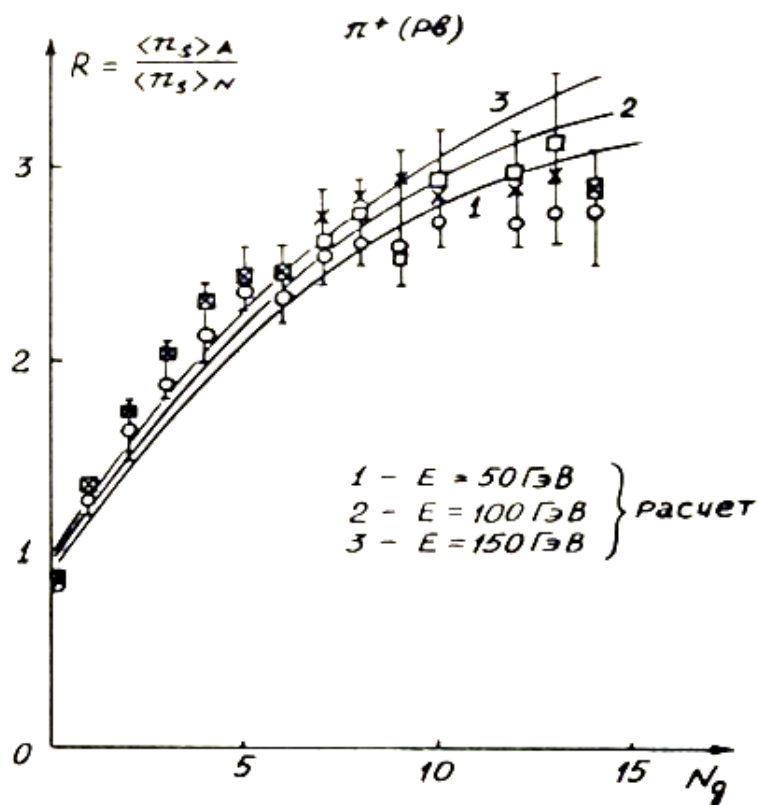


Рис. 3 Зависимость $R = \frac{\langle n_s \rangle_{\text{нА}}}{\langle n_s \rangle_{\text{нР}}}$ от N_g .
 Экспериментальные данные взяты из [3].

	$E_{\pi^+}=50 \text{ ГэВ}$	(кривая 1)
	$E_{\pi^+}=100 \text{ ГэВ}$	(кривая 2)
	$E_{\pi^+}=150 \text{ ГэВ}$	(кривая 3)

Таким образом, приближенные решения уравнений движения кластера в ядерном веществе в рамках кластерной модели [5] позволяют сделать предварительную оценку средней множественности релятивистических и серых частиц, а большинство характеристик h-A взаимодействий будет получено путем численного решения уравнений [1 и 2].

Список литературы

1. Ciok P., Codhen T., Cierula J. et.al. About high energy interactions in nuclear emulsions.-Nuovo Cim., 1958, V.8., №1, p.166-169.
2. Ciok P., Coghen T., Cierula J. et. al. Nuclear interactions in the energy region (10^{10} - 10^{14}) eV. – Nuovo Cim., 1958, V. 10, №5, p. 741-754.
3. Faessler M.A. New experimental results for particle production from nuclei-Geneva, 1981.-46p. (Preprint/CERN-EP/81-42).
4. Abdo K.M., Dalkhazhav, Khoshmukhamedov R.A. et. al. Test of the Models of hadron collisions in inelastic interactions of 60 GeV/c π -mesons and 70 GeV/c protons in the Nucleus C, N, O and Ag, Br,-Dubna, 1974.-17p. (Preprint /JINR/E1-8021).
5. Шаханова Г.А., Шмонин В.Л. Анализ процессов множественного рождения в адрон-ядерных взаимодействиях на основе кластерной модели. –В сб.: Физика высоких энергий и вариации космических лучей. КазГУ им.С.М. Кирова, Алма-Ата, 1982. С. 12-22.

**ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСА «МИЦЕЛЛА ПИГМЕНТ –
ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПРИМЕСИ И МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ»
НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА СУШКИ**

Богачев Д.А.

аспирант кафедры Химия и химические технологии
Тамбовского государственного технического университета,
Россия, г. Тамбов

Бельков А.И.

аспирант кафедры Химия и химические технологии
Тамбовского государственного технического университета,
Россия, г. Тамбов

В работе приведена схема распределения примесей в суспензии пигмента, состоящего из частицы пигмента, жидкой фазы осадка и слоев ионов примесей – сорбционного и диффузионного. Приведены результаты квантово-химического расчета геометрических конфигураций молекулы пигмента и комплекса «мицелла пигмент – водорастворимые примеси и вода». Показаны кинетические зависимости процесса сушки образцов пигмента, отличающихся друг от друга содержанием примесей.

Ключевые слова: пигмент красный FGR, мицелла, квантово-химический расчет, активный центр, сушка, водорастворимые примеси, ионы, кинетические зависимости.

Суспензия органического пигмента представляет собой сложную систему, состоящую из твердой фазы частиц целевого вещества с сорбированными на их поверхности примесями (ионы) и жидкой фазы, представляющей собой раствор солей неорганических и органических соединений [1].

Суспензия пигмента красного FGR содержит в жидкую фазу – раствор хлорида (0,93%) и сульфата (1,08%) натрия, соляную кислоту (0,04%), твердую фазу – частицы пигмента и их агломераты (размеры 0,2-230 мкм) [2] (рис. 1).

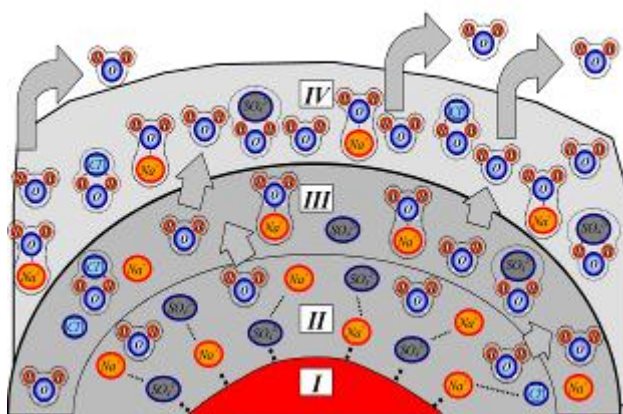


Рис. 1. Структура комплекса «мицелла пигмент – водорастворимые примеси и молекулы воды»

I – частица Пигмента красного FGR; II – сорбционный слой ионов натрия и сульфат-ионов; III – диффузионный слой ионов натрия и хлора, сульфат-ионов; IV – жидкая фаза

Вокруг частиц пигмента формируется сорбционный слой, состоящий из ионов натрия и сульфат-ионов (рис. 1, II), вокруг которого образуется диффузионный слой, содержащий ионы натрия, хлора и сульфат-ионы, как координированные на противоионы из сорбционного слоя, так и связанные с молекулами воды (рис. 1, III). Частица пигмента с сорбционным и диффузионным слоем находится в жидкой фазе, содержащей сульфат и хлорид натрия, а также серную и соляную кислоты (рис. 1, IV), диссоциированные на ионы натрия, хлора, водорода и сульфат-ионы, которые обеспечивают наличие молекул воды, связанных с вышеперечисленными ионами.

Квантово-химические расчеты молекулярных конфигураций изучаемого комплекса выполнены с помощью методик Хартри-Фока (HF) [3] и теории функционала плотности (DFT) – гибридный трехпараметрический обменный функционал Бекке с корреляционными функционалами Ли-Янга-Пара [4] и Воско-Вилка-Нусара 5 – функционал B3LYP5 (xc functional: slater +becke 88 + hf exchange, lyp 88 + vwn 5 correlation).

По энергетическим характеристикам наиболее вероятными являются положения сульфат-иона либо с гидроксогруппой – -527 кДж/моль, либо с амидогруппой – -508 кДж/моль, т.е. те положения, где имеется атом водорода с высокополяризованной связью, способствующей его переходу на сульфат-ион.

Наиболее энергетически сильным является положение иона натрия рядом с атомом хлора в ортоположении к диазогруппе и атомом кислорода гидроксильной группы – -311 кДж/моль.

Формирование мономолекулярного сорбционного слоя молекулой Пигмента красного FGR исключает возможность присоединения молекул воды и ионов хлора. С учетом точек присоединения сульфат-иона и катиона натрия к молекуле пигмента и величин энергий образующихся связей, можно предположить, что мономолекулярный слой сорбированных ионов состоит из сульфат-ионов и ионов натрия, представляя собой слой хемосорбированных ионов. Присоединение сульфат-ионов приводит к нарушению стереометрии молекулы.

Для формирования полного представления о строении сорбционного слоя вокруг частиц Пигмента красного FGR выполнены квантово-химические расчеты энергий связи сорбированных на поверхности молекулы сульфат-ионов и ионов натрия с ионами водорастворимых примесей. Согласно выполненным расчетам, присоединение к катиону натрия, сорбированному на молекуле Пигмента красного FGR, аниона хлора происходит с энергией -129 кДж/моль, а сульфат-иона – с энергией -143 кДж/моль. Присоединение катиона натрия к сульфат-иону, сорбированному на молекуле Пигмента красного FGR, достигается с энергией -164 кДж/моль.

Для Пигмента красного FGR формируется мицелла, состоящая из молекулы пигмента, где атомы водорода гидроксогруппы и амидогруппы образуют активные центры с точками присоединения сульфат-ионов, атом кислорода амидогруппы и атом хлора трихлорфенила с атомом кислорода гидроксильной группы создают активные центры с точками присоединения катиона натрия.

Исследование влияния геометрии конфигурации комплекса «мицелла пигмент – примеси и молекулы воды» на кинетику процесса сушки Пигмента красного FGR проводилось на циркуляционной сушилке при температуре сушильного агента – 80°C и скорости сушильного агента – 4÷4,5 м/с. В ходе проведения экспериментальных исследований регистрировалось изменение температуры образцов Пигмента красного FGR, а также убыль его массы. Кинетические зависимости процесса сушки образцов представлены на рис. 2-5.

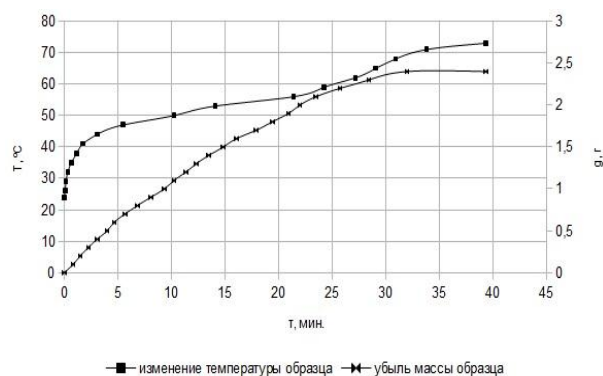


Рис. 2. Кинетические зависимости процесса сушки Пигмента красного FGR, полученного без удаления водорастворимых примесей

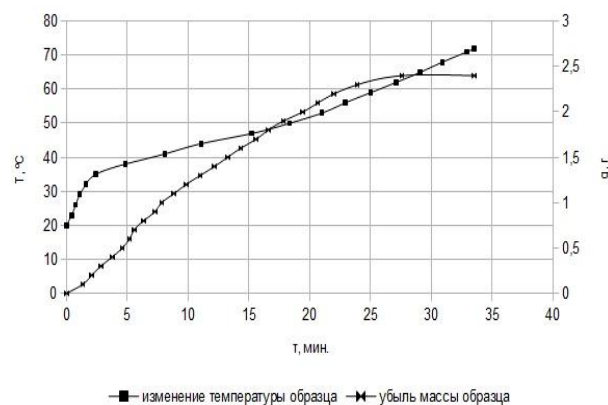


Рис. 3. Кинетические зависимости процесса сушки Пигмента красного FGR, полученного с использованием промывки водой

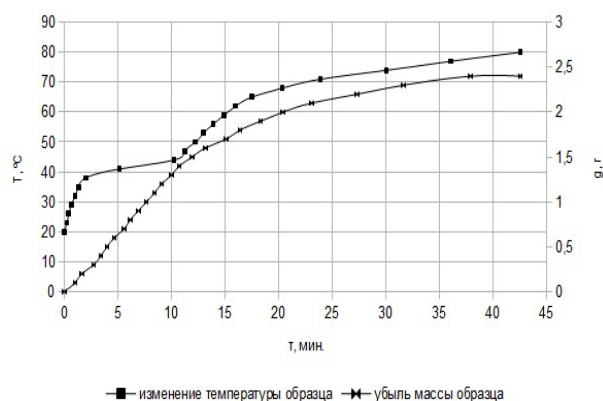


Рис. 4. Кинетические зависимости процесса сушки Пигмента красного FGR с избытком соли NaCl

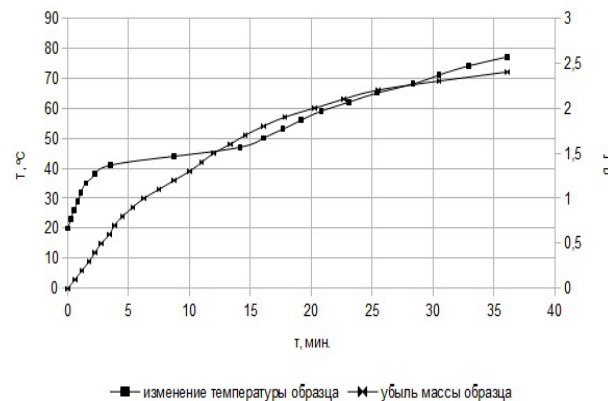


Рис. 5. Кинетические зависимости процесса сушки Пигмента красного FGR с избытком соли Na₂SO₄

Требуемое значение по конечной влажности Пигмента красного FGR быстрее достигается у пигмента, промытого дистиллированной водой, – в течение 28 минут, в то время как образцы пигмента с содержанием водорастворимых примесей высыхают за 32 минуты.

Полученные данные экспериментальных исследований подтверждают влияние на кинетику процесса сушки Пигмента красного FGR водорастворимых примесей, удаление которых способствует сокращению времени процесса сушки пигмента.

Список литературы

1. Леонтьева, А.И. Исследование процесса сушки полупродуктов органических

красителей под вакуумом / А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин, А.А. Дегтярев // Вестник ТГТУ. – 2010. – Том 16. № 2. – С. 326-331.

2. Леонтьева, А.И. Формирование двойного электрического слоя на поверхности органического вещества в суспензиях азопигментов / А.И. Леонтьева, В.С. Орехов, Д.Н. Труфанов // Вестник ТГТУ. – 2012. – Том 18. №3. – С. 638-643.

3. Цирельсон, В.Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы, твердые тела. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 496 с.

4. Everestov, R.F. Quantum Chemistry of Solids / The LCAO First-Principles Treatment of Crystals / Berlin-Heidelberg: Springer. – 2007. – 571 p.

Crystals / Berlin-Heidelberg: Springer. – 2007. – 571 p.

ПОДХОДЫ К СНИЖЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ (ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВ) В АТМОСФЕРУ, ПУТЕМ ИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СТРУКТУР МАТРИЦ

Леонтьева А.И.

заведующая кафедрой Химии и химических технологий Тамбовского государственного технического университета, д.т.н., профессор,
Россия, г. Тамбов

Выжжанов А.В.

аспирант кафедры Химии и химических технологий
Тамбовского государственного технического университета,
Россия, г. Тамбов

Фархан У.Х.

магистр кафедры Химии и химических технологий
Тамбовского государственного технического университета,
Россия, г. Тамбов

Егорова А.С.

магистр кафедры Химии и химических технологий
Тамбовского государственного технического университета,
Россия, г. Тамбов

В статье рассматриваются методы снижения вредных выбросов (продуктов горения топлив) в атмосферу. Предлагается способ, основанный на новых технологических решениях, позволяющий преобразовывать серосодержащие соединения в топливах, с минимальными затратами на реконструкцию существующего оборудования и катализаторы (структуры матриц).

Ключевые слова: отработавшие газы, токсичные вещества, нефть, сера, меркаптан, присадки, адсорбционные и абсорбционные методы очистки, гидроочистка, серноокислотная очистка, матрицы.

Автомобильный транспорт в процессе функционирования оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую воздушную среду: он выделяет с отработанными газами токсичные вещества, способствующие заболеваемости людей.

Любое топливо содержит определенный процент серы, так как этот элемент и его соединения всегда присутствуют в сырой нефти. Содержание серы и ее соединений влечет за собой несколько проблем. Во-первых, меркаптан (сернистое вещество), элементарная сера и другие ее соединения являются наиболее серьезным источником появления коррозии. Во-вторых, сернистые соединения, которые присутствуют в топливе, в разы повышают общую токсичность газов.

Отсюда ужесточение норм и стандартов для содержания данного вещества и его соединений в составе топлива (так называемая «массовая доля серы»). Однако уменьшение содержания серы ведет к ухудшению смазывающих свойств дизельного топлива. Топливо, в котором процент сернистых соединений находится на уровне 0,035 и ниже, требует дополнительных затрат на присадки, компенсирующие снижение смазывающих свойств. Присадки, которые бы решали проблемы, ведут не только к дополнительным затратам, но и проблеме поиска новых присадок [1].

Рост цен на различные нефтепродукты по различным регионам составляет от 30 до 60 %, это связано с необходимостью большинства нефтеперерабатывающих предприятий модернизировать существующие технологии.

Нефтехимическая промышленность в настоящее время использует химические и физико-химические методы очистки дизельного топлива от серосодержащих соединений. К химическим методам принадлежат очистка серной кислотой и гидроочистка, к физико-химическим методам – адсорбционные и абсорбционные способы очистки.

Серноокислотная очистка заключается в том, что дизельное топливо смешивают с небольшим количеством 90-93%-ной серной кислотой при обычной температуре. В результате химических реакций получается очищенный продукт и так называемый кислый гудрон, в который и переходят нежелательные примеси. Серноокислотная очистка громоздка, требует большого количества реагентов.

Адсорбционный метод очистки заключается в том, что нефтепродукт соприкасается с адсорбентами (отбеливающими глинами или силикагелем). При этом адсорбируются сернистые, кислородосодержащие, азотистые соединения, смолы, которые и должны удаляться из очищаемого нефтепродукта. Недостаток этого метода – частичное восстановление адсорбентов.

Абсорбционные методы очистки заключаются в избирательном (селективном) растворении вредных компонентов нефтепродукта. В качестве избирательных растворителей используются нитробензол, фурфурол, жидкая двуокись серы, дихлорэтиловый эфир и др. К недостаткам метода можно отнести потери растворителей, вследствие невозможности их восстановления.

Наиболее широко используемая технология очистки – это гидроочистка. Блоки гидроочистки дизельного топлива энергоемки, громоздки и дороги.

Гидроочистка заключается в воздействии водорода на очищаемый продукт в присутствии алюма-кобальт-молибденовых катализаторов. При гидроочистке водород взаимодействует с сернистыми, азотистыми и кислородсодержащими соединениями, образуя сероводород, аммиак и воду. Технологические недостатки этого метода – высокие температура (380-420°С) и давления (до 4МПа), сложное аппаратное оформление.

В современных условиях одним из существенных недостатков гидроочистки остается большая техногенная нагрузка на экосистему вследствие значительных выбросов в атмосферу и сточные воды. Обезвреживание выбросов требует дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат.

Нами предлагаются экологически чистая технология, основанная на принципиально новых технологических и конструктивных решениях, которая позволяет выделять серные соединения (меркаптаны, сульфиды, дисульфиды, тиофены и др.) из дизельного топлива. Она обладает целым рядом преимуществ по сравнению с известными методами:

- простое аппаратное оформление;
- глубокая степень очистки (содержание серы не более 0,02% масс.);
- низкая температура и атмосферное давление ведения процесса;
- отсутствие дорогостоящих катализаторов;
- малые количества используемых реагентов и их полное восстановление в процессе очистки;

Создание представленной технологии стало возможным благодаря разработанному нами матричному материалу, обладающему избирательной поглощающей способностью к определенным органическим веществам.

Применение матрицы серы и дизельного топлива снизили содержание серы в топливе на 86%.

Данная технология может быть внедрена на любое нефтеперерабатывающее предприятие, выпускающее высоко сернистое топливо. Экономический анализ целесообразности внедрения данной технологии представлен в таблице.

Таблица

Экономический анализ целесообразности внедрения данной технологии

Наименование материала	Стоимость, руб на тонну продукта	
	Гидроочистка	Предложенная технология
Сырье		
Водород	270	-
Наноструктурированные катализаторы	-	300
Катализаторы	80	-
Энергозатраты		
Электроэнергия	1126	500
Теплоэнергия	735	250
Вспомогательные затраты		
Вода оборотная	149	-
Воздух КИП	115	37
Итого	2475	1087

Данная технология экономически эффективней, по сравнению с технологией, используемой на большинстве нефтеперерабатывающих заводах на 56 %.

Список литературы

1. Митусова, Т.Н. Современные дизельные топлива и присадки к ним / Т.Н. Митусова, Е.В. Полина, М.В. Калинина. М.: Техника, 2002. – С. 64.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В НЕОРГАНИЧЕСКИЕ

Леонтьева А.И.

заведующая кафедрой Химии и химических технологий Тамбовского государственного технического университета, д.т.н., профессор,
Россия, г. Тамбов

Космынин Ф.Г.

аспирант кафедры Химии и химических технологий
Тамбовского государственного технического университета,
Россия, г. Тамбов

Аль-Дури Ф.Р.

магистр кафедры Химии и химических технологий
Тамбовского государственного технического университета,
Россия, г. Тамбов

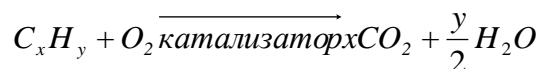
В статье рассматривается метод утилизации органических соединений илистых отложений, основанный на каталитическом окислительном разложении органических соединений. Данный метод обеспечивает снижение содержания вредных веществ в илистых отложениях сточных вод промышленных предприятий.

Ключевые слова: пруд-накопитель, катализатор, илистые отложения, окислительная деструкция, химическое потребление кислорода.

Проблема утилизации токсичных промышленных отходов является сегодня одной из наиболее значимых и трудноразрешимых глобальных экологических проблем. Промышленные сточные воды различной степени загрязненности содержат амины, ПАВ, фенолы, ацетон, формальдегид, неорганические кислоты, нефтепродукты, соли и нетоксичные органические примеси. Появилось огромное количество прудов-накопителей промышленных стоков, в которых в течение десятков лет формировывался многометровый слой ила. Пруды-накопители являются источниками загрязнения атмосферного воздуха и подземных вод вредными веществами, в связи с чем, остро стоит вопрос их утилизации с минимальным ущербом для окружающей среды.

В мировой практике не существует радикального экономичного способа утилизации прудов-накопителей предприятий органического синтеза.

Предлагается метод утилизации органических соединений илистых отложений, основанный на каталитическом окислительном разложении органических соединений по схеме:



В качестве катализаторов окислительного синтеза используются металлы в наноструктурированной форме [1].

Разработанная технология состоит из следующих этапов:

I этап. Утилизация органических соединений пруда методом обработки ультрадисперсной системой №1 (удаление основной массы органических соединений).

II этап. Углубленное удаление органических соединений пруда-отстойника методом обработки ультрадисперсной системой №2 (удаление остаточного количества органических соединений).

На первом этапе осуществляется введение ультрадисперсной суспензии в плотный слой илистых отложений посредством распыления суспензии над прудом-отстойником из расчета 0,000118 м³ суспензии на 1 м³ ила. Состав суспензии ультрадисперсных материалов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав суспензии ультрадисперсных материалов

№	Материалы	Расход на 1м ³	Расход на пруд
1	Вода, прошедшая очистку сорбентом	0,000118 м ³	8 м ³
2	Наноконпозиция №1	0,02 гр.	1360 гр.

Второй этап утилизации органических соединений состоит из введения ультрадисперсной суспензии в плотный слой илистых отложений посредством распыления суспензии над прудом-отстойником из расчета 0,000162 м³ ультрадисперсной суспензии на 1 м³ ила. Состав суспензии ультрадисперсных материалов представлен в таблице 2.

Таблица 2

Состав суспензии ультрадисперсных материалов

№	Материалы	Расход на 1м ³	Расход на пруд
1	Вода, прошедшая очистку сорбентом	0,00015 м ³	10,2 м ³
2	Вода с экстрактом	0,000012 м ³	0,9 м ³
3	Наноконпозиция №2	0,01175 гр.	800 гр.

Реализация данных этапов утилизации органических соединений обеспечила снижение количества органических соединений до концентраций обеспечивающих IV класс опасности. Результаты анализа на содержание вредных веществ в илистом отложении пруда-накопителя после обработки представлены в таблице 3.

**Результаты анализа на содержание вредных веществ в илистом отложении
пруда-накопителя после обработки**

Наименование показателя	Исходны й ил	Содержание веществ в иле после I этапа			Содержание веществ в иле после II этапа
		10 сут	40 сут	60 сут	
Сухой остаток 105 ⁰ С, %	52,1	47,35	42,15	42,4	37,5
Прокаленный остаток 600 ⁰ С, %	37,3	36,3	32,13	33,6	35,4
Органические вещества, %	14,8	11,05	10,03	8,8	3,1
ХПК, мг O ₂ /мг	1,2	1,0	0,9	0,9	0,3
Фенол, мг/кг	2310	1627	918	754	54

Применение разработанной технологии низкотемпературного окислительного синтеза органических соединений в присутствии металлов в наноструктурированной форме при незначительных затратах, без создания дополнительной инфраструктуры и использования высокотехнологического оборудования обеспечивает снижение содержания вредных веществ в илистых отложениях сточных вод предприятий химической, фармацевтической и химико-биологической промышленности.

Список литературы

1. Брянкин, К.В. Удаление органических отходов химических производств каталитической деструкцией с использованием наноструктурированных катализаторов / К. В. Брянкин, Т. П. Дьячкова. – Липецк: Изд-во Липецкого эколого-гуманитарного института, 2008. – № 1-2 (20-21). – С. 29-35.

**ПРОПАРГИЛОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ
В СИНТЕЗЕ МЕРКУРОПРОИЗВОДНЫХ**

Обосян Н.Г.

доцент кафедры химии и методики ее преподавания Армянского государственного педагогического университета имени Х.Абовяна, канд. хим. наук, доцент,
Армения, г. Ереван

Овакимян С.А.

декан факультета биологии, химии и географии Армянского государственного педагогического университета имени Х.Абовяна, доцент кафедры химии и методики ее преподавания, канд. хим. наук, доцент,
Армения, г. Ереван

Исследована региохимия взаимодействия пропаргильных производных с натрий-малоновым эфиром в присутствии ацетата ртути. Показана возможность образования симметричных меркуропроизводных в ДМСО и диоксане как в случае аминных, так и алкоксипроизводных. Выявлены условия получения аддуктов алкилирования и последую-

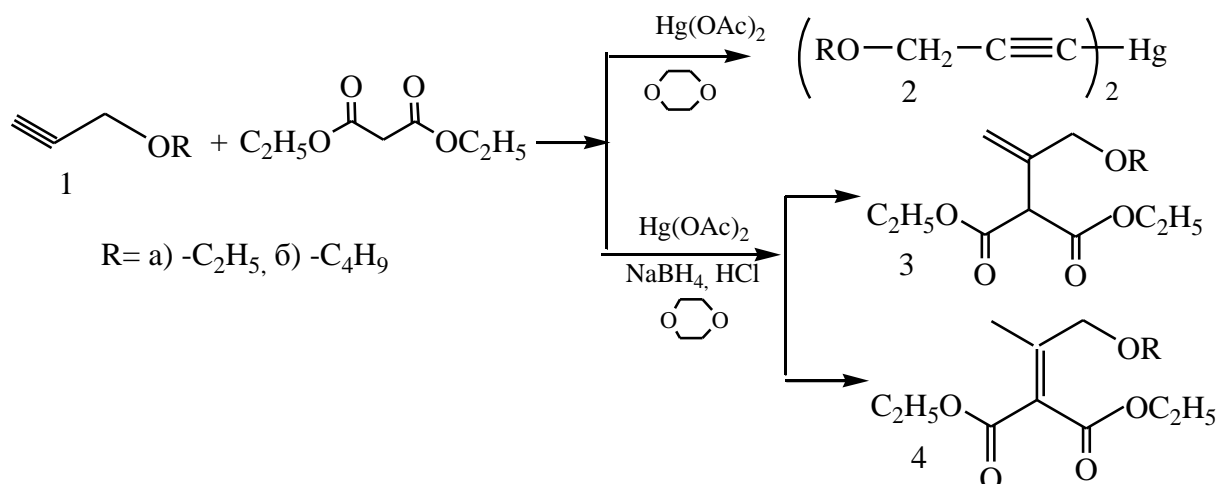
щих прототропий по замещенному углеродному атому тройной связи алкилпропаргильных эфиров.

Ключевые слова: пропаргильные производные, ацетат ртути, меркуропроизводные, амино- и метоксимеркурирование, натриймалоновый эфир.

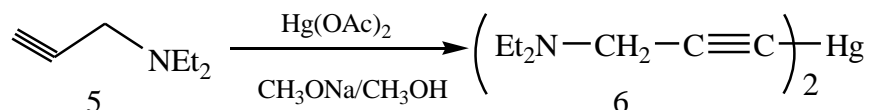
Комплексы переходных металлов, в частности, ртути применяются в качестве промежуточных продуктов в металлоорганических и каталитических синтезах с участием алкинов и играют большую роль в современной органической химии [1, с. 874].

Ранее было установлено, что на основе реакции аминамеркурирования-демеркурирования ацетиленовых углеводородов с высокими выходами получают физиологически активные аминокетоны и аминокспирты, являющиеся основой для получения лекарственных препаратов ганглерона и кватерона, а также 1,3-диаминоалканов. В продолжение исследований в этой области нами в качестве субстратов выбраны этил- и бутилпропаргильные эфиры, в которых оптимально сочетаются терминальный ацетиленовый фрагмент и алкоксигруппа, способная внести коррективы в региохимию исследуемой реакции.

Оказалось, что при взаимодействии пропаргильных эфиров **1a** и **б** с натриевой солью малонового эфира в диоксане с последующим демеркурированием промежуточного ртутьсодержащего соединения как боргидридом натрия, так и соляной кислотой были выделены смеси неперелых дикето-производных – этиловых эфиров 2-карбэтокси-3-метилиден-4-этоксипутановой (**3a**) и 2-карбэтокси-3-метил-4-этокси-2-бутеновой кислот (**4a**), а также 2-карбэтокси-3-метилиден-4-бутоксипутановой (**3б**) и 2-карбэтокси-3-метил-4-бутоксипутановой кислот (**4б**), идентифицированные данными ЯМР¹H. В ходе реакции наблюдалось выделение белых кристаллов предположительно ртутьорганического соединения **2**, разлагающегося при перегонке. Дальнейшие работы были направлены на исследование региохимии присоединения натриевой соли малонового эфира к терминальной тройной связи и природы промежуточных меркурокомплексов. Исследования показали, что при взаимодействии пропаргильных эфиров **1a** и **б** с вышеуказанной СН-кислотой в диоксане симметричные диалкокси-диацетиленовые меркуропроизводные **2** получают даже без восстановления соответствующими демеркурирующими реагентами. В пользу указанного подхода свидетельствует наличие в конечной реакционной смеси натриймалонового эфира.



Ранее при проведении реакции алкилпропаргиловых эфиров **1(a,б)** с метанолом в диоксане были выделены кетозэфиры, имеющие потенциальную фармакофорную активность. [2, с.197]. С целью получения соединений подобного типа нами исследовано поведение N,N-диэтилпроп-2-иниламина **5** в условиях метоксимеркурирования. Оказалось, что в ДМСО образуется бис(3-(диэтиламино)проп-1-инил)ртуть **6**, аналогичный по строению меркуропроизводным **2**. Наличие группировки $\equiv\text{C}-\text{Hg}$ в диаминодиацетиленовом меркуропроизводном подтверждают характерные поглощения в ИК области, соответствующие $440, 520 \text{ см}^{-1}$, идентичные с литературными данными [3, с. 129].



В пользу симметричности структуры и отсутствия комплексообразования между N,N-диэтилпроп-2-иниламином и атомом ртути свидетельствуют данные спектров в УФ и видимой областях, в которых в хлороформе отсутствуют характерные максимумы поглощений. Следует также отметить, что в отличие от алкоксипропаргиловых эфиров в ДМСО продукты алкилирования выделить не удалось.

Список литературы

1. Боев В.И., Москаленко А.И., Боев А.М. // Успехи химии. – 1997. – Т. 66. – № 9. – С. 874-900.
2. Franke W., Schulz S. // Comprehensive Natural Products Chemistry. – 1999. – V8. – P.197.
3. Накамото К. // Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. – 1966. – 234 С.

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ СВОЙСТВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ГРУППУ ПРОПАРГИЛЬНОГО ТИПА

Овакимян С.А.

декан факультета биологии, химии и географии Армянского государственного педагогического университета имени Х. Абовяна, доцент кафедры химии и методики ее преподавания, канд. хим. наук, доцент, Армения, г. Ереван

Обоян Н.Г.

доцент кафедры химии и методики ее преподавания Армянского государственного педагогического университета имени Х. Абовяна, канд. хим. наук, доцент, Армения, г. Ереван

Овсебян В.С.

доцент кафедры химии и методики ее преподавания Армянского государственного педагогического университета имени Х. Абовяна, канд. хим. наук, доцент, Армения, г. Ереван

Бабаханян А. В.

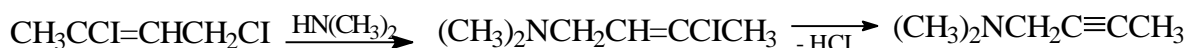
профессор кафедры химии и методики ее преподавания Армянского государственного педагогического университета имени Х. Абовяна, канд. хим. наук, доцент, Армения, г. Ереван

В продолжение целенаправленных исследований по синтезу и изучению поверхностно-активных, антимикробных свойств четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), с целью выявления наиболее эффективных из них для практического использования в качестве средств борьбы с микробным загрязнением объектов окружающей среды, получен ряд аммониевых солей, содержащих бутин-2-ильную группу.

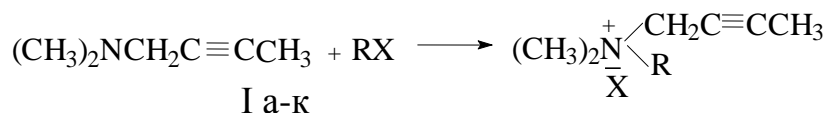
Ключевые слова: четвертичные аммониевые соединения, амины, антимикробная активность, поверхностно-активные свойства, грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы.

В настоящее время широкое распространение возбудителей инфекционных заболеваний представляет серьезную эпидемиологическую задачу. С этой точки зрения проблема профилактики и ликвидации инфекционных болезней в республике остается весьма актуальной. В предупреждении возникновения и распространения патогенных и условно патогенных микроорганизмов важное значение имеет проведение дезинфекционных мероприятий с применением антимикробных препаратов. Однако высокая резистентность микроорганизмов в отношении применяемых средств осложняет задачу и требует создания новых эффективных антимикробных соединений. Опасность возможного распространения инфекций связана со способностью выживания и размножения штаммов микроорганизмов на различных объектах

окружающей среды [1, с. 72]. Ранее нами выявлена зависимость бактерицидной активности в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов от химического строения аммониевых солей, содержащих непредельные группы [2, с.14]. С целью изучения поверхностной активности и антимикробного действия синтезированы новые ЧАС, содержащие обеспечивающий поверхностную активность гидрофобный радикал. Для синтеза поверхностно-активных ЧАС I а-к с бутинильной группой в качестве исходного третичного амина использован 1-диметиламинобутин-2 – продукт дегидрохлорирования диметил(3-хлорбутен-2-ил)амин, полученного на базе 1,3-дихлорбутена-2 (побочного продукта производства хлоропрена).



Синтез ЧАС Iа-к осуществлен взаимодействием соответствующих алкилбромидов или алкиловых эфиров монохлоруксусной кислоты с полученным диметил(бутин-2-ил)амином в эквимольных количествах при комнатной температуре.



I а-к. X=Br, R= C₆H₁₃ (а), C₈H₁₇ (б), C₁₀H₂₁ (в), C₁₂H₂₅ (г). X= Cl, R= CH₂COOC₆H₁₃ (д), CH₂COOC₇H₁₅ (е), CH₂COOC₈H₁₇ (ж), CH₂COOC₉H₁₉ (з), CH₂COOC₁₀H₂₁ (и), CH₂COOC₁₂H₂₅ (к).

Полученные соли представляют собой растворимые в воде кристаллические (Iа-г) или гигроскопичные воскообразные (Iд-к) вещества, константы которых приведены в таблице.

Таблица

Константы, некоторые коллоидно-химические характеристики ЧАС I а-к
[CH₃C≡CCH₂N(CH₃)₂R]⁺X⁻

Соединение	Выход, %	Т пл., °С	Найдено, %		Вычислено, %		ККМ·10 ³ моль/л	σ ККМ·10 ³ н/м	h
			N	X ⁻	N	X ⁻			
I а	76	75-77	5,34	30,54	15,2	29,85	15,2	56	0
I б	86	90-92	4,83	27,58	3,4	27,91	3,4	48	0,38
I в	88	110-112	4,40	25,15	1,5	25,48	1,5	42	0,47
I г	80	115-116	4,04	23,12	0,7	22,97	0,7	35	0,50
I д	82	*	4,98	12,55	50,0	12,85	50,0	48	0
I е	79	*	4,69	12,10	-	12,23	-	-	0,30
I ж	70	*	4,50	11,46	26,0	11,67	26,0	35	0,50
I з	60	*	4,54	11,00	12,0	11,15	12,0	34	0,55
I и	55	*	4,51	10,72	7,9	10,68	7,9	34	0,65
I к	52	*	3,60	9,75	2,8	9,85	2,8	33	0,70

σ ККМ – поверхностное натяжение при ККМ; ККМ – критическая концентрация мицеллообразования, h – устойчивость пены; * – воскообразные гигроскопичные вещества

Список литературы

1. Бабаян Ж.Р., Алексанян Ю.Т., Маргарян А.В., Казарян А.Э., Бабаханян А. В. // Медицинская наука Армении НАН РА. – 2011. – № 2. – С.72-76.
2. Бабаханян А. В. // Ученые записки АГПУ им. Х. Абовяна. – 2012. – № 2. – С.14-21.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ, ВВОДИМЫХ В РАСТВОРЫ ХОЛОДНОГО ФОСФАТИРОВАНИЯ, НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОРМИРУЕМЫХ ФОСФАТНЫХ ПЛЕНОК

Румянцева В.Е.

директор Института социально-гуманитарных и естественных наук,
профессор кафедры «Химия, экология и микробиология»
Ивановского государственного политехнического университета,
Советник РАССН, д.т.н., доцент
Россия, г. Иваново

Румянцева К.Е.

доцент кафедры «Технология электрохимических производств» Ивановского
государственного химико-технологического университета, к.т.н., доцент,
Россия, г. Иваново

Коновалова В.С.

аспирант второго года обучения кафедры «Химия, экология и микробиология»
Ивановского государственного политехнического университета,
магистр химии и химической технологии,
Россия, г. Иваново

Данная работа посвящена оптимизации состава растворов химического фосфатирования и определению свойств получаемых из этих растворов фосфатных покрытий холодным способом. Различными методами определены физико-механические свойства исследуемых покрытий, проведено сравнение модифицированных покрытий с получаемыми из традиционных растворов фосфатными пленками. Оценены антикоррозионные свойства фосфатных покрытий, осаждаемых из растворов холодного фосфатирования, содержащих модификаторы.

Ключевые слова: фосфатирование, коррозия, защитные покрытия, защита от коррозии, модификаторы.

Получение фосфатных покрытий на стали служит одним из способов защиты поверхности обрабатываемого изделия от коррозии. Традиционно фосфатные пленки получают из растворов на основе однозамещенных солей ортофосфорной кислоты. Для получения фосфатных покрытий применяют однозамещенные фосфаты двухвалентных металлов: марганца, железа, цин-

ка, кадмия. Для этой цели успешно применяют препарат «Мажеф», который представляет собой смесь однозамещенных солей ортофосфорной кислоты, железа и марганца: $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, MnHPO_4 [1].

Для ускорения процесса фосфатирования в раствор вводят окислители, например NaNO_3 , NaNO_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, KBrO_3 , KClO , NaF и др. [2 – 4], в результате чего увеличивается скорость катодного процесса. Окислители, обладая пассивирующим действием, превращают часть анодных участков в неактивные катодные. В результате суммарная площадь анодных участков уменьшается. Таким образом, соотношение между катодными и остающимися еще активными анодными участками увеличивается, что благоприятствует катодному процессу и, следовательно, форсирует образование покрытия [2]. Добавка нитрита улучшает качество покрытий и способствует образованию равномерного слоя. Рабочая температура фосфатирующего раствора может быть при этом снижена [4].

Для улучшения структуры и снижения пористости покрытий в традиционный раствор холодного фосфатирования, имеющий состав: «Мажеф» 30 – 40 г/л; $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 50 – 60 г/л; NaNO_2 3 – 4 г/л, было добавлено 1 г/л глюкозы и 1 г/л глицерина для ускорения осаждения покрытий холодным способом и улучшения качества покрытий. Помимо глюкозы и глицерина предложено вводить другие органические добавки: нитрилотриуксусную кислоту/трилон А, двунатриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты/трилон Б. Слабые органические кислоты и их соли, дающие с ионами железа устойчивые комплексные соединения, являются буферными добавками для поддержания pH растворов фосфатирования в пределах 2,6 – 3,2. Их введение не только снижает шламообразование в процессе фосфатирования, но и положительно сказывается на защитных свойствах покрытий. Введение в состав фосфатирующего раствора эмульгаторов типа ОП-7, ОП-10 способствует обезжириванию поверхности стали и формированию более равномерного покрытия. Однако эти вещества с экологической точки зрения не безопасны и негативно влияют на здоровье человека при контакте с ними. В качестве альтернативы предложен препарат ОС-20, который также обладает эмульгирующим и смачивающим действием, но экологически менее опасен.

На образцах из стали получили фосфатные покрытия из стандартного раствора и из растворов с этими добавками. Для дальнейших исследований предложены модифицированные растворы холодного фосфатирования следующих составов:

Составы растворов холодного фосфатирования, (г/л)

Компоненты	Модифицированный раствор №1	Модифицированный раствор №2
Препарат «Мажеф»	30 – 40	35 – 45
Zn(NO ₃) ₂	50 – 60	50 – 65
NaNO ₂	3 – 4	3 – 4
Глюкоза	1 – 2	-
Глицерин	-	1 – 2
Трилон А	5 – 7	-
Трилон Б	-	6 – 8
ОП – 7	3 – 5	-
ОП – 10	3 – 5	-
ОС – 20	-	5 – 10

В ходе измерения электрического сопротивления поляризации при осаждении покрытий из растворов холодного фосфатирования установлено, что большее значение сопротивления в растворах с добавками свидетельствует о том, что покрытия имеют меньшую пористость и более мелкокристаллическую структуру [5]. Кроме того из графика (рис. 1) следует, что добавки уменьшают время фосфатирования стальной арматуры, поскольку максимальное значение сопротивления достигается уже через 10 минут обработки. Это предположение требует дальнейших исследований.

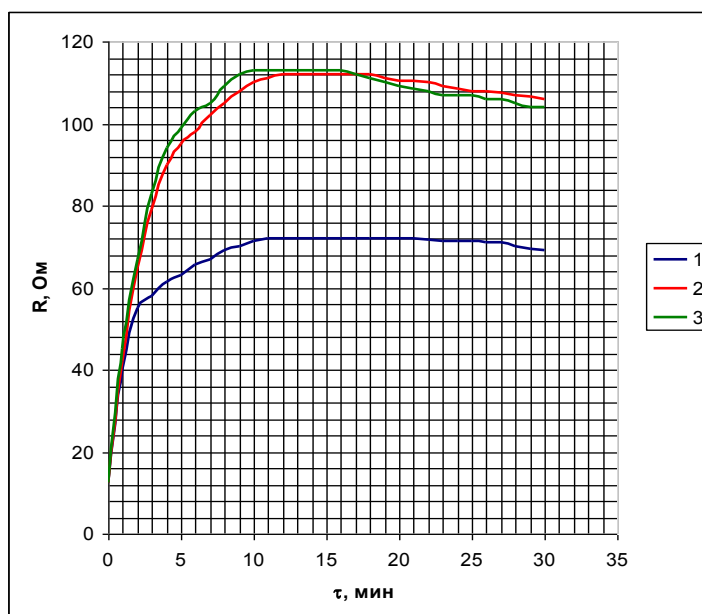


Рис. 1. Зависимость сопротивления двухэлектродной системы от времени выдержки в растворах: 1 – традиционный раствор холодного фосфатирования; 2 – модифицированный раствор №1; 3 – модифицированный раствор №2

Дополнительные сведения о процессе фосфатирования были получены в ходе хронопотенциометрических исследований. Для этого был измерен потенциал стальной арматуры в процессе фосфатирования (рис. 2). Пик на графике свидетельствует о том, что первым этапом процесса является активация поверхности, т.е. стравливание естественной оксидной пленки с поверхности

стали. Только после этого начинается сам процесс фосфатирования, о чем свидетельствует смещение потенциала в область положительных значений.

После 10 – 15 минут выдержки в модифицированных растворах холодного фосфатирования потенциал стали стабилизируется. Тогда как в стандартном растворе продолжается процесс наращивания пленки.

Эти данные хорошо согласуются с результатами, полученными при измерениях электрического сопротивления двухэлектродной системы. Таким образом, для формирования защитного слоя достаточно 10 – 15 минут фосфатирования в растворах с добавками.

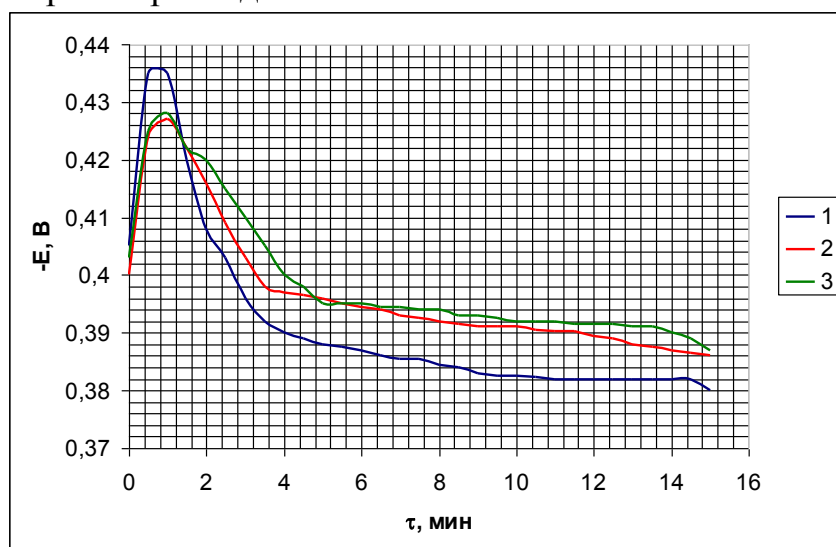


Рис. 2. Зависимость потенциала стального электрода от времени выдержки в растворах:
1 – традиционный раствор; 2 – модифицированный раствор №1;
3 – модифицированный раствор №2.

Для проверки защитных свойств образцы, покрытые фосфатными пленками, подверглись испытанию капельным методом. Меньшая пористость и размер зерна у покрытий, осаждаемых из модифицированных растворов холодного фосфатирования, позволяет им дольше препятствовать коррозионному влиянию среды на защищаемую поверхность, время до появления первых признаков коррозии у пленок из модифицированных растворов холодного фосфатирования в 2 раза меньше, чем у покрытий, получаемых традиционным способом.

В литературе [4] указано, что фосфатные покрытия выдерживают кратковременный нагрев до 400 – 450°C. Проверку жаростойкости модифицированных покрытий осуществляли при температурах 100, 200 и 300°C, помещая образцы в печь на 2 минуты. С увеличением температуры защитная способность покрытий снижается, а при нагреве до 300°C пленки теряют свои защитные свойства.

Испытания по определению пробивного напряжения фосфатных покрытий проводились на стальных образцах защищенных различными видами пленок. Очевидно, что модифицированные покрытия обладают более высокими электроизоляционными свойствами по сравнению с традиционными покрытиями благодаря их лучшей структуре и более равномерному распре-

делению на поверхности металла основы. Однако, по сравнению с получаемыми при горячем фосфатировании пленками результаты не высоки. У таких пленок среднее пробивное напряжение составляет 250 В, тогда как максимальное значение напряжения для модифицированных покрытий не превышает 200 В. Такое различие в значениях объясняется тем, что покрытия, получаемые при холодном фосфатировании, гораздо тоньше покрытий, полученных при горячем фосфатировании.

В ходе испытаний трибологических свойств пленок установлено, что традиционное покрытие показывает неравномерное распределение коэффициента трения по толщине покрытия, значения колеблются в интервале $0,05 \div 0,2$. У поверхности изделия покрытие мягче и коэффициент трения выше, а верхние слои покрытия тверже и коэффициент трения у них соответственно ниже. Модифицированное покрытие №1 самое равномерное по толщине из исследуемых. Трение стабильное, коэффициент трения равен 0,13. Модифицированное покрытие №2 не однородно по толщине, трение не стационарно. Коэффициент трения колеблется в интервале $0,1 \div 0,15$. Меньшие площади повреждений и малый разброс значений коэффициентов трения показывают, что модифицированные покрытия обладают более высокой износостойкостью. Однако, из-за низких значений коэффициентов трения и неоднородности покрытий по толщине фосфатные пленки, получаемые из растворов холодного фосфатирования, не пригодны в качестве износостойких покрытий, но эти покрытия можно рекомендовать для защиты конструкционных изделий.

Список литературы

1. Дасоян М. А., Пальмская И. Я., Сахарова Е. В. Технология электрохимических покрытий. – Л.: Машиностроение, 1989. – 391 с.
2. Лапатухин В. С. Фосфатирование металлов. Исследование процессов ускоренного и холодного фосфатирования. – М.: МАШГИЗ, 1958. – 264 с.
3. Грилихес С. Я. Оксидные и фосфатные покрытия металлов / Под. ред. П. М. Вячеславова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-е, 1985. – 96 с.
4. Хаин И. И. Теория и практика фосфатирования металлов. – Л.: Химия, 1973. – 312 с.
5. Федосов С. В., Румянцева В. Е., Румянцева К. Е., Коновалова В. С., Шестеркин М. Е. Особенности холодного фосфатирования арматурной стали // «Вестник гражданских инженеров», Санкт-Петербург: Изд-во СПбГАСУ, 2012. № 2 (31), с. 79 – 82.

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»

К ВОПРОСУ О ДИНАМИКЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ИЗРЕЖИВАНИЯ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР

Баранчикова М.А.

студент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета,
Россия, г. Томск

В статье рассматривается процесс естественного изреживания древостоев как регулятор строения древостоя. На этапе формирования насаждения происходит преимущественный отпад более тонкомерных деревьев. В результате строение по диаметру приобретает однородность.

Ключевые слова: отпад, естественное изреживание, ступени толщины.

Молодые растения древесных пород проходят ряд возрастных стадий и трансформируются в деревья, а затем, достигнув старости, отмирают или отпадают по иным причинам [5]. Древесные растения, оказавшиеся более слабыми по своим наследственным свойствам, или вследствие неблагоприятных условий роста (недостатка света, питательных веществ в почве, тепла, недостатка или избытка влаги и т. п.), или в результате совокупного воздействия этих причин, погибают, т.е. происходит процесс естественного изреживания. Деревья, отмершие в результате естественного изреживания составляют отпад. Основная причина отпада на средневозрастном этапе – внутривидовая конкуренция [6].

Цель исследования заключается в выявлении закономерностей протекания процессов естественного изреживания в сосновом средневозрастном древостое.

Объектом исследований были выбраны сосновые культуры III класса возраста наиболее характерного и распространенного типа леса – разнотравного и типа условий местопроизрастания – свежая суборь В₂. В них был заложена постоянная пробная площадь (ППП), входящая в серию из 5 штук, по итогам изучения строения, сортиментной и товарной структур которой были ранее опубликованы работы [1–4], и характеризующая средневозрастный высокопродуктивный сосняк (таблица). Площадь ППП составляет 0,50 га с количеством деревьев основного яруса на момент закладки в 2008 году 620 штук. Следует отметить, что перечислительная таксация была произведена в абсолютных значениях с точностью до 1 мм. Это позволило посмотреть распределение деревьев внутри 4-хсантиметровых ступеней толщины.

Таблица

Таксационная характеристика сосновых культур

Состав	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет	Тип леса	Полнота	Запас, м ³	Класс товарности
10С	47	22	18	IA	ртр.	0,9	310	I

Анализ данных показывает, что в 2008 году наибольшее количество число деревьев было в 20-й ступени толщины, в 2009 году – в 24, а в 2014 – в 28. В первый период (с 2008 по 2009 год) произошли следующие изменения в древостое: уменьшилось количество деревьев в 16 ступени толщины на 4% и в 20 – на 47%, в остальных наблюдалось увеличение: в 12 – на 17%, в 24 – на 7%, в 28 – на 35% и в 32 – на 4%. Во второй период (с 2009 по 2014 год) произошли следующие изменения в древостое: уменьшилось количество деревьев в 12 ступени толщины на 74%, в 16 – на 53%, в 20 – на 24% и в 24 – на 27%, в остальных наблюдалось увеличение: в 28 – на 8%, в 32 – на 24%, в 36 – на 18%.

Если обратить внимание на то, что в обоих периодах с 24 ступени происходит увеличение числа деревьев по ступеням толщины, это связано с тем, что деревья переходят по восходящей линии в более высокие ступени толщины. И именно поэтому в перечете 2009 года появляется относительно такового 2008 года 32 ступень толщины. А в 2014 году и 36 ступень толщины. Учитывая тот факт, что до 20 ступени толщины идет уменьшение количества деревьев, это означает, что отпадают преимущественно маломерные деревья. Подсчитав число деревьев на пробной площади, можно заметить, что их число уменьшилось за 5 лет на 12% как раз за счет этих ступеней толщины. Еще одна закономерность выражается в гомогенизации строения древостоя по диаметру. Кривая распределения деревьев по толщине превращается в островершинной и плосковершинную.

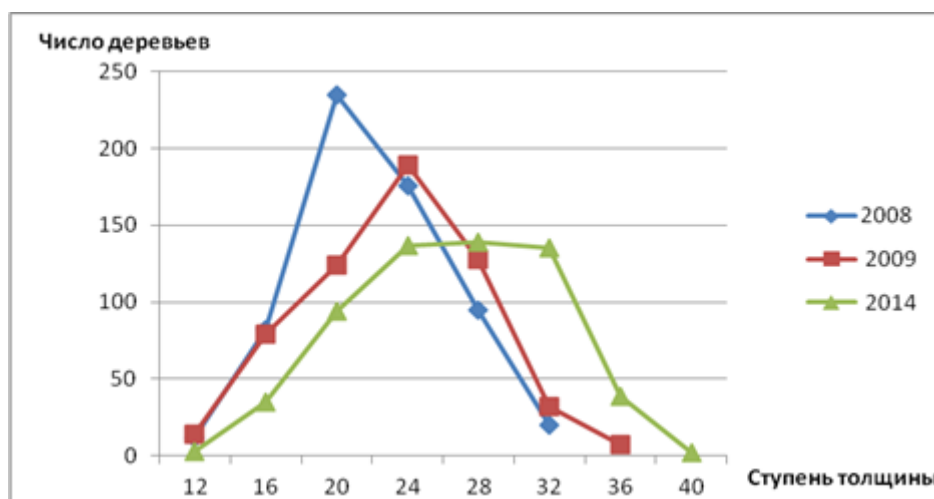


Рис. Изменение количества деревьев на ППП

Список литературы

1. Дебков Н.М. Особенности таксации культур сосны обыкновенной подтаёжной зоны Томской области // Молодые учёные в решении актуальных проблем науки: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Т.1. – 2009. – С. 92-97.
2. Дебков Н.М. К вопросу о таксации продукции рубок ухода / Н.М. Дебков,
3. С.А. Мельник // Лесная таксация и лесоустройство. – 2009. – № 2(42). – С. 50-54.
4. Дебков Н.М. Оценка воздействия рубок ухода на состояние культур сосны обыкновенной зелёной зоны г. Томска // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Ч. 1. – 2010. – С. 168-169.

5. Дебков Н.М. О влиянии строения культур сосны обыкновенной на их товарную структуру // Лесной журнал. – 2012. – № 4. – С. 64-69.
6. Луганский Н.А. Лесоведение / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.Н. Луганский. – Екатеринбург, 2010. – 27 с.
7. Мелехов И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – С. 17-18.

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЧЕЛОВЕКА

Бушуев Н.Н.

доцент кафедры экологии и промышленной безопасности Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, канд. биол. наук, доцент,
Россия, г. Москва

В работе рассматривается воздействие различных вредных факторов современного промышленного производства. Выделены наиболее опасные факторы в промышленном производстве. Дана оценка их воздействия на человека и их влияние на возникновение профессиональных заболеваний. Показана связь вредных воздействий с конкретными видами промышленного производства. Из химических веществ наиболее опасными являются тяжелые металлы. Рассмотрены наиболее вредоносные из них. Обоснована необходимость введения законодательных мер по разработке и внедрению безопасных технологий.

Ключевые слова: промышленное производство, вредные факторы, тяжелые металлы, вибрация, шум, ультразвук, электромагнитные поля, профессиональные заболевания.

Современное промышленное производство, несмотря на определенные достижения науки и техники в плане его безопасности, внедрение современных безопасных технологий, не исключает полностью наличие профессиональных вредных факторов. К ним относятся шум, вибрация от движущихся механизмов, электромагнитные поля, воздействие химических веществ и т.д. [1, 2, 4]. По мнению экологов и медиков наибольшую опасность представляют тяжелые металлы. Человек часто даже не догадывается, что работа с тяжелыми металлами отравляет его организм [3].

Все многообразие вредных факторов современного промышленного производства в рамках одной статьи рассмотреть невозможно, поэтому выделены наиболее значимые вредные факторы (пылевые, шум, вибрации, электромагнитные, химические).

Пылевые факторы. Негативное воздействие пыли на здоровье человека было известно с глубокой древности. К наиболее вредным пылевым факторам относятся: пыль кремнезема – свободная двуокись кремния (SiO_2), пыли различных силикатов (каолина, асбеста), а также пыли некоторых металлов (алюминий, никель, хром и др.). При воздействии пыли бериллия, ванадия, молибдена, вольфрама, кобальта, олова, ниобия и их соединений, отмечаются не только поражения легких, но и других органов и систем челове-

ка. Поэтому пыль указанных металлов отнесена к группе веществ, обладающих общетоксическим и токсико-аллергическим действием.

Воздействие вредных пылевых факторов наблюдается у рабочих машиностроительной, металлургической, горнорудной промышленности.

Воздействие физических факторов. К физическим факторам относятся вибрация, шум, ультразвук и электромагнитные излучения.

Вибрация делится на локальную (от ручных инструментов) и общую (от станков, оборудования, движущихся машин). По частотному диапазону вибрация бывает высокочастотная (125–1000 Гц), низкочастотная (4–16 Гц), и среднечастотная (32–125 Гц). Вредное влияние вибрационных факторов отмечается у рабочих в машиностроительной, металлургической, авиационной, горнодобывающей промышленности. Наиболее часто встречаются вибрационные болезни от действия локальной вибрации у работников с ручным механизированным инструментом.

В промышленных условиях вибрационные воздействия часто совмещаются с шумовыми факторами.

Шум. В физическом отношении шум определяют как совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты, которые воспринимаются как мешающие и болезненные. По спектральному составу, в зависимости от преобладания звуковой энергии в соответствующем диапазоне частот, различают низко-, средне- и высокочастотные шумы. По временным характеристикам – стабильные, при которых интенсивность колебаний не превышает 5 дБ, и импульсивные с пиковыми изменениями интенсивности. Кроме того, по длительности воздействия шумы делятся на кратковременно и продолжительно действующие. В России предельно допустимый уровень промышленного шума – 80 дБ.

При воздействии интенсивного производственного шума применяют индивидуальные средства защиты, которые нужно применять в случаях: 1) когда параметры шума превышают допустимый уровень; 2) когда технические средства и способы снижения шума невозможно применить или они не обеспечивают снижение шума до безопасного уровня; 3) при непродолжительном пребывании рабочего в условиях интенсивного шума.

К индивидуальным средствам защиты от шума относятся противошумные вкладыши, противошумные наушники и шлемы. К противошумным средствам предъявляется ряд требований, главными из которых являются: эффективность ослабления шума; удобное и безвредное пользование. Применение индивидуальных средств защиты связано с определенной степенью дискомфорта, поэтому важно разъяснить работникам, что пользование индивидуальными средствами защиты от шума требует определенного времени для привыкания.

Контактный ультразвук. В производственных условиях контактный ультразвук часто является спутником шума. Промышленное применение имеют электромеханические – магнитострикционные и пьезоэлектрические излучатели, первые используются для получения, так называемого низкоча-

стотного ультразвука (до 200 кГц), вторые генерируют ультразвук с частотами до 50 мГц.

Низкочастотный ультразвук, как и слышимые звуки, хорошо распространяется в воздушной среде. По мере увеличения частоты его проведение через воздух снижается.

Высокочастотные ультразвуки с малой длиной волны в воздухе практически не распространяются. В отличие от газов жидкости слабо поглощают ультразвук. При работе ультразвуковых установок благодаря большой амплитуде звукового давления в жидкостях возникает кавитация – явление, связанное с внутренними разрывностями в среде вследствие кратковременных подъемов высокого уровня давления. Возникающее дробящее действие ультразвука широко используется в промышленности.

С помощью ультразвука осуществляются сварка, лужение, пайка, очистка деталей, стерилизация жидкостей, сверление, резка, шлифовка и полировка. Ультразвук используют при проведении различных химических реакций, для ускорения процессов растворения, диффузии, для контрольно-измерительных целей (гидроакустика, дефектоскопия). Следует отметить, что промышленные установки, которые работают в ультразвуковом низкочастотном диапазоне, обычно имеют широкий спектр частот в слышимом и ультразвуковом диапазонах. Уровень звукового давления на рабочих частотах 18, 20, 22, 24 кГц колеблется от 80 до 120 дБ и выше. При этом уровни звукового давления в слышимом диапазоне нередко превышают предельно допустимые уровни, и поэтому у рабочих с большим стажем работы может наступить профессиональное снижение слуха. Согласно санитарным нормам и правилам при промышленных ультразвуковых установках предельно допустимые уровни звукового давления на частоте 20 кГц составляют 100 дБ, на частоте 40 кГц – 110 дБ.

Контакт рук с кавитирующей жидкостью может привести к профессиональным заболеваниям рук.

Установлено также, что частый, но кратковременный контакт рук от 30 секунд и более в смену с озвученной жидкостью также может вызвать развитие профессиональных заболеваний.

Большое значение в настоящее время имеют вопросы гигиены труда, связанные с воздействием контактного высокочастотного ультразвука малой энергии. Например, у работников, систематически подвергающихся воздействию такого ультразвука, развиваются профессиональные заболевания.

Профилактика вредного воздействия ультразвука на организм направлена на снижение уровней звукового давления в слышимом и ультразвуковом диапазонах частот, а также на устранение контакта рук с озвученной средой и аппаратами, генерирующими ультразвук. Этому способствуют использование дистанционного управления оборудованием, сокращение времени контакта с ультразвуком, переход на менее мощное оборудование, мероприятия по звукоизоляции и экранизации от воздействия электромагнитных волн, индивидуальные средства защиты и др. В случае невозможности полного исключения контакта рук с ультразвуком применяют резиновые перчатки.

ки с хлопчатобумажной прокладкой. Инструменты должны иметь изолирующие рукоятки.

Электромагнитные волны различных диапазонов получили широкое применение в промышленности, науке, технике: при термической обработке металлов и других материалов, для нагрева и сварки диэлектриков и т.д.

Источниками излучения радиоволн являются ламповые генераторы, которые преобразуют энергию постоянного тока в энергию переменного тока высокой частоты. В современных цехах электровакуумных заводов, где производятся электронные лампы, сосредоточено значительное количество высокочастотных генераторов. Токи высокой частоты применяются для удаления газа из металлических частей и не всегда могут иметь надлежащую экранизацию.

Важными мерами безопасности являются систематический контроль за уровнем излучений, экранирование установок с целью ограждения работающих от излучения и применение индивидуальных средств защиты.

Воздействие химических веществ. В настоящее время промышленное производство характеризуется широким применением химических веществ, значительное место среди которых занимают тяжелые металлы. К тяжелым металлам (ТМ), относятся металлы с атомной массой более 40, или металлы с удельным весом выше 5 г/см^3 . К ним относятся ртуть, свинец, кадмий, медь, ванадий, олово, цинк, молибден, кобальт, никель. Из них наиболее опасными считаются ртуть, свинец, кадмий. Следует также иметь в виду, что тяжелые металлы, накапливаясь в определенных концентрациях, опасных для человека и окружающей среды, не всегда проявляют видимые признаки отравления, патологических изменений. Такой скрытый характер очень опасен и затрудняет предотвращение определенных последствий их воздействия [3].

Ртуть используется на предприятиях электронная, электротехническая отрасли, в химические производства (фунгицидов, красителей, хлора, каустической соды и др.), а также в медицине. Ртуть широко применяется в различных приборах, выпрямителях, ртутных и кварцевых лампах, градусниках. Ртуть взаимодействуя с большинством металлов, образует сплавы, которые называются амальгамами.

При испарении ртуть превращается в пар без цвета и запаха, поэтому её присутствие в воздухе не выявляется органами чувств человека, и создается мнимое представление об её отсутствии. Более того, пары ртути проникают во все пористые тела, щели, оседают на полу, стенах, создавая большие концентрации в воздухе.

Интоксикация ртутью вызывает поражение нервной и сердечно-сосудистой систем, нарушения пищеварительного тракта, обменных процессов, расстройства эндокринных желез и др.

Определенный положительный результат в плане безопасности при работе с ртутью дают усовершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации, механизации.

Кадмий. В промышленности кадмий используется в качестве антикоррозионного покрытия изделий из стали, стабилизатора поливинилхлорида,

пигмента для пластмасс и стекла, электродного материала в никель-кадмиевых аккумуляторах и батареях, а в химической промышленности соединения кадмия применяются в качестве катализаторов, в гальваническом производстве. Также кадмий широко применяется при изготовлении автомобильных шин.

Кадмий поступает в организм человека в основном с пылью, накапливается в печени и почках, вызывая необратимые изменения в этих органах и практически не выводится из организма.

При работе с кадмием кроме общепринятых мер безопасности, значительное внимание уделяется индивидуальным средствам защиты.

Свинец. Свинец и его соединения широко используются в промышленности для изготовления сплавов, при производстве электрических аккумуляторов, красок, в химическом машиностроении, полиграфии и т.д.

Соединения свинца могут проникать через дыхательные пути в виде пыли, аэрозоля и паров непосредственно в кровь. Свинец относится к ядам, кумулятивного действия. Он откладывается в костной ткани, в мышцах, печени, почках. Свинец поражает мозг, лимфатические узлы, кровь, нервную систему. Меры безопасности в промышленном производстве при работе со свинцом и его соединениями имеют сложный характер, и важным моментом является ограничение времени работы с ним.

Следует отметить, что проблема профессионального контакта с тяжелыми металлами в промышленности требует немедленного решения. Более того, необходимо также учитывать комплексный характер поступления тяжелых металлов в организм человека, а значит возможность хронического отравления несколькими тяжелыми металлами одновременно [1, 2, 3].

В заключение необходимо сказать, что в промышленном производстве человек, как правило, подвергается одновременному воздействию сразу нескольких вредных факторов (шум, вибрация, химические вещества и т.д.). Комплексный характер воздействия этих факторов не всегда учитывается, что может привести к негативным последствиям для здоровья работников. Поэтому необходимы законодательные меры по разработке и внедрению новых способов и технологий в промышленном производстве, исключающих или уменьшающих воздействие вредных для человека производственных факторов.

Список литературы

1. Бушуев Н.Н. Значение экологической безопасности при внедрении новых технологий в промышленном производстве [Текст] // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 января 2013 г. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – Часть 10, с. 25-27.
2. Бушуев Н.Н. Комплексный подход в решении экологических проблем [Текст] // Динамика нравственных приоритетов человека в процессе его эволюции: Материалы XIX Международной научной конференции. Часть 2. (Санкт-Петербург, 15-16 мая 2006 г.) – СПб.: Изд-во «Нестор», 2006. – С. 229-232.
3. Бушуев Н.Н. Тяжелые металлы в промышленном производстве и их влияние на здоровье человека [Текст] // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пу-

ти их решения: Труды 6-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 24-26 ноября 2011 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – с. 115-116.

4. Бушуева В.В., Бушуев Н.Н. Технические инновации и методика предупреждения опасных экологических последствий [Текст] // Формирование профессиональной культуры специалистов XXI века в техническом университете: сборник научных трудов 11-й Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011, с. 69-70.

МЕЖПОРОДНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЛОШАДЕЙ РЫСИСТЫХ ПОРОД ПО 17 ЛОКУСАМ МИКРОСАТЕЛЛИТОВ ДНК

Гавриличева И.С.

старший научный сотрудник ВНИИ Коневодства,
канд. сельскохозяйственных наук,
Россия, Рязанская обл., Рыбновский р-он, пос. Дивово

В статье рассмотрены генетические особенности лошадей четырех рысистых пород с использованием ДНК-маркеров. Проведен анализ генетической дифференциации генеалогической структуры этих пород лошадей на молекулярно-генетическом уровне.

Ключевые слова: молекулярно-генетические методы, ДНК-тестирование, микросателлиты, рысистые породы лошадей.

В последнее время в области фундаментальной и прикладной генетики животных выделилось новое направление, которое получило название маркер-вспомогательная селекция.

В настоящее время, широкое использование жеребцов-производителей стандартбредной породы в племенных хозяйствах привело к резкому повышению кровности русского рысака и кардинальному изменению генеалогической структуры породы при явном доминировании американских линий (Калашников В.В., 1996; Коновалова Г.К., 2002). В последние годы также вырос импорт французских рысаков. Значительно увеличился интерес частных владельцев и к чистопородному разведению американских и французских рысаков, благодаря их выдающимся стайерским способностям, что обусловило рост импорта лошадей этой породы из разных стран Европы и США.

Исследования выполнялись в лаборатории генетики ФБГНУ ВНИИ коневодства с использованием автоматического 4-х капиллярного генетического анализатора ABI 3130 фирмы Applied Biosystems, наборов стандартных праймеров, стандартного лабораторного оборудования.

ДНК выделялась из цельной крови и волосных луковиц с помощью наборов «ExtraGene™ DNA Prep 200» и «Diatom™ DNA Prep 200» (ООО «Лаборатория Изоген», Москва). Амплификация STR-участков ДНК проводилась с использованием 17-плексного набора для генотипирования лошадей Equine–STR. Детекция продуктов амплификации проводилась методом капиллярного электрофореза на анализаторе AB 3130 (Applied Biosystems). Размеры амплифицированных фрагментов ДНК рассчитывались с помощью

программы GeneMapper™V.4. При сравнении генетических характеристик представителей лошадей стандартбредной, русской и французской рысистых пород, принадлежащих конным заводам и частным владельцам, была использована принятая система популяционно-генетического анализа по показателям частот встречаемости типов и аллелей 17-ти исследуемых локусов микросателлитов ДНК (Меркурьева Е.К., 1977). При расчете коэффициентов генетического сходства пород использовалась программы «Statistica 7.0».

При проведении генетико-популяционного анализа были использованы данные генотипирования 882 голов орловской, 226 голов русской, 122 голов американской и 79 голов французской рысистых пород.

Таблица

Оценка полиморфизма микросателлитной ДНК лошадей призовых пород

Локус	Орловская рысистая (n=882)		Русская рысистая (n=226)		Американская рысистая (n=122)		Французская рысистая (n=79)	
	Na	Pa	Na	Pa	Na	Pa	Na	Pa
AHT4	8	M	8		7		7	
AHT5	8	Q	6		5		7	
ASB2	8		10	J, L	8		8	
ASB17	14	H	12		9		9	
ASB23	11	H	8		7		9	
CA425	9	G, L	7		6		6	
HMS1	7		9		8	R	6	
HMS2	11	Q	10		7		10	N
HMS3	8	J	7		6		9	K, L
HMS6	6	N	5		5		6	
HMS7	6		8		7		7	
HTG4	7		8		6		6	
HTG6	8	L, M, N	3		5		3	
HTG7	4		4		4		7	I, P, R
HTG10	10		10		7		8	
LEX3	10		9		9		9	
VHL20	9	H, J	7		6		8	Q
Итого	134	14	122	2	103	1	116	7

* Na – количество аллелей в данном локусе;

Pa –приватные аллели в исследуемых популяциях

При тестировании обследованного поголовья лошадей в 17 изученных микросателлитных локусах было идентифицировано от 3 до 14 аллелей. (табл.). Были выявлены типичные для всех четырех рысистых пород аллели с высокой частотой встречаемости: AHT4 O, ASB17 R, HMS3 P, HMS7 L, HTG7 O, CA425 N, VHL20 N (рис.). Во всех исследованных популяциях с высокой частотой в локусе HTG7 отмечен аллель O (с наиболее высокой частотой встречаемости у американского рысака – 0,8484).

При сравнении этих пород особенно выделяется орловская рысистая порода, которая характеризуется наиболее широким спектром аллелей. Было выявлено 134 аллеля по 17 локусам, из них 14 приватных. На втором месте

по уровню полиморфности находится французская рысистая порода. В 17 исследуемых локусах было обнаружено 122 аллеля, из них приватных 7 аллелей.

В противоположность орловской и французской, самой низкой полиморфностью микросателлитных локусов обладает американская рысистая порода, что лишний раз подтверждает ее высокую консолидированность. Представители этой породы имеют только 1 приватный аллель (аллель R в локусе HMS1). Широко известно, что селекция в этой породе ведется только в одном направлении – жесткий отбор лошадей по резвости.

Результаты проведенного анализа генетического сходства четырех рысистых пород по 17 микросателлитам ДНК наглядно показаны на дендрограмме (рис.). Проведенный кластерный анализ демонстрирует, что русские и французские рысаки генетически наиболее сходны между собой, что в целом может быть обусловлено влиянием американских рысаков, которые использовались в качестве улучшателей этих двух европейских пород. Но в целом различие между американскими, французскими и русскими рысаками не очень велико в отличие от отдельно стоящей, четко дифференцированной ветви орловского рысака.

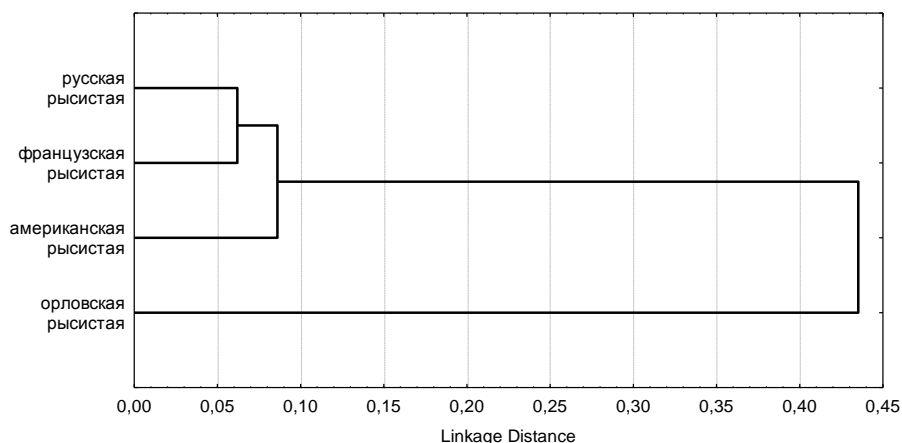


Рис. Дендрограмма генетических расстояний между американской, русской, французской и орловской рысистыми породами

ВЫВОДЫ

Каждая порода имеет свою характерную генетическую структуру при наличии нескольких приватных аллелей. Самый высокий уровень генетического разнообразия отмечен у лошадей орловской рысистой породы, второе место занимает французская рысистая порода. Наименьшее количество аллелей в исследованных 17 локусах ДНК наблюдается у американской рысистой породы лошадей. Отмечены общие аллели, встречающиеся у всех четырех пород с высокой частотой, более 50 %, это свидетельствует об общности их происхождения. Промежуточное положение русского рысака в трех призовых породах (ближе к американскому) объясняется большим «прилитием американской крови» (кровность достигает 18/19), а в последние годы и скрещиванием с французским рысаком.

Список литературы

1. Гавриличева И.С. Сравнение генетической структуры отечественной и американской популяций стандартбредного рысака//Проблемы сохранения генофонда, повышения племенных и продуктивных качеств заводских и местных пород: Тез. док. коорд. сов. – Дивово, 2003. – С.36-39.
2. Горин В.А. О прилитии орловскому рысаку крови стандартбредной породы//Коневодство и конный спорт. – 2003. – №1. – С. 5-6.
3. Калашников В.В. Современные линии американской рысистой породы//Коневодство и конный спорт. – 1996. – №4.-С.30-32,-№5-6.-С.26-30.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ НА ТЕРРИТОРИИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Давыдова О.А.

профессор кафедры «Химия» Ульяновского государственного технического университета, д-р химических наук,
Россия, г. Ульяновск

Лукьянов А.А.

аспирант кафедры «Химия»
Ульяновского государственного технического университета,
Россия, г. Ульяновск

Ваганова Е.С.

доцент кафедры «Химия» Ульяновского государственного технического университета, канд. химических наук,
Россия, г. Ульяновск

Гусева И.Т.

заведующий кафедрой химии Ульяновского государственного педагогического университета им. И.Н. Ульянова, кандидат педагогических наук,
Россия, г. Ульяновск

Рассмотрены физико-химические аспекты сезонной динамики и влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах Ульяновской области. С помощью многомерного статистического анализа показана возможность прогнозирования влияния физико-химических факторов на содержание и пространственно-временное распределение тяжелых металлов в компонентах водной экосистемы. Предложен новый подход для экологической оценки самоочищения природных водных объектов.

Ключевые слова: физико-химические факторы, сезонная динамика, тяжелые металлы, водные экосистемы.

Из обширного перечня вредных веществ, загрязняющие поверхностные природные водоемы, распространенными являются тяжелые металлы (ТМ). Тяжелые металлы, поступающие в водную среду, вовлекаются в цепь разнообразных превращений и миграционных процессов под влиянием многочисленных факторов. На содержание и миграционные процессы тяжелых металлов в природных водах оказывают влияние такие факторы, как сезонность, минерализация воды, температурный режим, кислотно-основные условия (рН), окислительно-восстановительный потенциал и ионное состояние металла. Структура соединений, в которых присутствуют металлы в водной системе, зависят от степени окисления и способности металла к комплексообразованию [3].

Целью настоящей работы явилось исследование влияния физико-химических факторов на сезонную динамику содержания тяжелых металлов в водных экосистемах.

Объекты и методы исследования

Сезонный отбор проб воды и донных отложений производился из Куйбышевского водохранилища на территории Ульяновской области в период 2011-2013 гг. Валовое содержание анализируемых тяжелых металлов (железо, цинк, никель, медь, хром) в пробах определяли атомно-абсорбционным методом на спектрометре «Квант-Z» по методике ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02.

Общую степень самоочищения (СС) поверхностных вод Куйбышевского водохранилища по отношению к тяжелым металлам рассчитывали по формуле:

$$CC=100(C_n-C_k)/C_n,$$

где СС – степень самоочищения, %; C_n и C_k – содержание металла в начальном и конечном створе участка, соответственно [2].

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлена программами «Microsoft Excel», STATISTIKA 6.1.

Результаты и их обсуждение

В сезонной динамике под влиянием физико-химических факторов в водных экосистемах протекает распределение тяжелых металлов между водой и донными отложениями, в связи с этим могут наблюдаться процессы, относящиеся к самоочищению. Для установления характера данных процессов, использовали такую характеристику как степень самоочищения [1, 2].

В сезонной динамике самоочищения поверхностных вод Куйбышевского водохранилища наиболее высокая степень самоочищения воды от железа (98 %) и меди (42 %) отмечается в осенний период; никеля (48 %) и хрома (44 %) – летний период. Самоочищение воды от цинка (до 18 %) имеет равновероятную закономерность в течение всех сезонов (рис.).

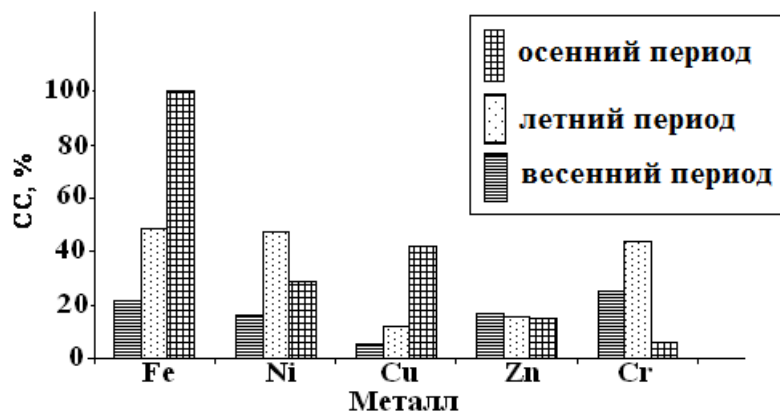


Рис. Сезонная динамика самоочищения поверхностных вод Куйбышевского водохранилища от тяжелых металлов: СС – степень самоочищения

Осенний период характеризуется низким значением индекса загрязнённости воды ($ИЗВ=3,45$) и является наиболее благоприятным для протекания процессов самоочищения водных объектов от тяжёлых металлов при комплексном влиянии исследуемых физико-химических факторов.

Методом регрессионного анализа установлена закономерность влияния физико-химических факторов на характер сезонного распределения тяжёлых металлов в системе вода – донные отложения. Возрастание показателя рН воды способствует миграционным процессам всех исследуемых тяжёлых металлов (исключение составляет хром) из воды в донные отложения в осенний период. Температурный фактор оказывает влияние на процессы миграции железа и никеля из донных отложений в воду при повышении температуры в летний период. При повышении карбонатной жёсткости воды в весенний и осенний периоды наблюдается обратный миграционный процесс железа и никеля из воды и их накопление в донных отложениях.

Увеличение карбонатной жесткости и рН воды в весенне-осенний периоды приводит к образованию гидрокарбонатов железа. Эти комплексы неустойчивы ($lgK_{уст.}=5,0$), гидролизуются и образуют гидроксиды железа, которые в виде малорастворимых комплексных соединений могут сорбироваться в донных отложениях. Это объясняет возрастание миграционной способности железа из воды в донные отложения в осенний период.

Специфика распределения хрома между водой и донными отложениями из ряда исследуемых факторов в значительной степени определяется температурным фактором.

Заключение

Впервые для региона проведено комплексное исследование пространственно-временного распределения тяжёлых металлов в водных экосистемах (на примере Куйбышевского водохранилища Ульяновской области). С помощью многомерного статистического анализа показана возможность прогнозирования влияния физико-химических факторов на содержание тяжёлых металлов в поверхностных водах.

Список литературы

1. Ваганова, Е.С. Физико-химические аспекты самоочищения малых рек от тяжёлых металлов (на примере Ульяновской области) / Е.С. Ваганова, О.А. Давыдова // «Вода: Химия и Экология». – 2012. – № 3. – С. 21-24.
2. Никанорова, А.М. Справочник по гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 242 с.
3. Трифонов, К.И. Физико-химические процессы в техносфере. / К.И. Трифонов, В.А. Девисилов – М.: ИНФРА-М, 2010. – 240 с.

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ БАБЕЗИОЗОВ НЕПАРНОКОПЫТНЫХ

Калашникова Т.В.

младший научный сотрудник ВНИИ Коневодства,
Россия, Рязанская область, Рыбновский р-н, пос. Дивово

В статье рассмотрены методы диагностики бабезиозов лошадей. Вызываемые двумя разновидностями простейших, бабезиозы широко распространены по всей территории Российской Федерации и наносят существенный ущерб отечественному коневодству. Рассмотрены перспективы использования ДНК-технологий для скрининга возбудителей пироплазмидозов непарнокопытных.

Ключевые слова: бабезиозы, пироплазмидозы, диагностика, молекулярно-генетические методы, ПЦР.

Бабезиозы (Пироплазмидозы) лошадей, а также других непарнокопытных (мулов, ослов, зебр) относятся к трансмиссивным природноочаговым инвазиям. Они включают в себя два заболевания – пироплазмоз и нутталиоз, этиологическими агентами которых являются две разновидности простейших из отряда *Piroplasmida* – *Babesia (Piroplasma) caballi*, и *Babesia (Nuttallia, Theileria) equi*, паразитирующие в клетках крови. Заболевания характеризуются, депрессией, выраженной анемией, лихорадкой, желтушностью слизистых оболочек, гемоглобинурией, нарушением функции пищеварительной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Они являются одной из частых причин смерти лошадей в весенне-летний период. Пироплазмидозы лошадей регистрируют повсеместно в период активной жизнедеятельности их специфических клещей-переносчиков родов *Hyalomma*, *Dermacentor* и *Rhipicephalus*. Эти членистоногие переносят ряд опасных для человека и других животных болезней. К сожалению, пастбища практически не обрабатываются от клещей, поэтому ежегодно в разных местах страны появляются вспышки болезни. Пироплазмидозы наносят существенный ущерб коневодству, снижая продуктивность и работоспособность лошадей на длительный срок. Они приводят к непосредственной гибели заболевших животных, увеличивают затраты владельцев на проведение ветеринарно-санитарных и лечебно-профилактических мероприятий. Носительство бабезий становится препятствием культурному и спортивному обмену, продаже племенных лошадей в зарубежные страны, так как в большинстве из них с 1970 года введе-

ны ограничения на ввоз животных паразитоносителей. Кроме того, в нашей стране проверка лошадей на пироплазмидозы является обязательной при их экспорте и импорте.

Бабезиозы находятся в центре внимания международного эпизоотического бюро (МЭБ), на сайте которого ежемесячно обновляется карта распространения Equine Piroplasmosis в мире (<http://www.oie.int/>).

Диагноз на пироплазмидозы ставят комплексно, на основании эпизоотологических данных, клинической и патологоанатомической картины, а также лабораторных исследований. В России световая микроскопия остается пока еще преимущественным методом диагностики пироплазмидозов. В мазках цельной крови, окрашенных по Романовскому-Гимзе, с помощью световой микроскопии обнаруживают характерные формы возбудителя. Однако с помощью микроскопии практически невозможно установить носительство. В России также используют РСК (реакция связывания комплимента) РДСК (реакция длительного связывания комплимента) и РНГЛ (реакция непрямой гемагглютинации) для постановки диагноза. В мировой практике распространенным тестом на пироплазмидозы служит иммуноферментный анализ (РИФА, ELISA), однако отмечают неудовлетворительную специфичность из-за перекрестных реакций с другими представителями типа Apicomplexa, что вносит субъективность в окончательные результаты исследования.

За рубежом успешно ведется разработка наборов для ПЦР-диагностики бабезиозов, в том числе и для одновременного обнаружения двух возбудителей в одной пробе биоматериала. Отсутствие коммерчески доступных диагностикумов на отечественном рынке вызвало необходимость создания тест системы для идентификации возбудителей пироплазмидозов непарнокопытных методом ПЦР. В нашей стране проходит апробацию тест система, позволяющая идентифицировать ДНК возбудителей пироплазмоза и нутталиоза. Важным преимуществом разрабатываемой системы является ее пригодность для массового скрининга. Высока чувствительность реакции при обнаружении паразитии *Babesia equi*, при очень низкой инвазированности. Применение ПЦР также высокоэффективно при смешанной инвазии. При молекулярных исследованиях для родовых отличий в основном используют локус субъединицы рибосомального гена 18S РНК, поскольку эта часть гена достаточно устойчива к мутациям. Дальнейшее изучение возбудителей бабезиозов непарнокопытных, несомненно, связано с использованием ДНК-методов, что позволит оценить филогенетическое родство между различными видами бабезий, установить полиморфизм *Babesia caballi* и *Babesia equi*, характерный для регионов Российской Федерации. А также даст возможность проводить мониторинг природных очагов пироплазмидозов непарнокопытных для дальнейшего прогнозирования эпизоотической ситуации и проведения профилактических мероприятий. Следует отметить, что определение молекулярно-генетических характеристик бабезий, выделенных при обнаружении болезни в различных регионах РФ, является необходимым аспектом в изучении молекулярной эпизоотологии и эволюции этих простейших.

Список литературы

1. Калашникова, Т. В. Молекулярно-генетическая экспресс-диагностика пироплазмидозов лошадей /Т. В.Калашникова, М. М. Кузнецова //Проблемы коневодства Сибири: материалы науч. конференции. – Иркутск, 2009. – С.41.
2. Стайков, В.В. Бабезиоз / В.В. Стайков // Ветеринария с.-х. жив-х. – 2007. – № 7. – С. 23-25.
3. Allsopp, M.T. Molecular sequence evidence for the reclassification of some Babesia species / M.T. Allsopp, B.A. Allsopp // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2006. – P.509-517.
4. Equine Piroplasmosis // Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals 2014 – chapter 2. 5. 8. Удаленный доступ: <http://www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-manual/access-online/>

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СООБЩЕСТВО ИНФУЗОРИЙ

Карташев А.Г.

профессор НИИ биологии и биофизики при
Томском государственном университете, док-р. биол. наук, профессор,
Россия, г. Томск

Залялетдинова Н.А.

аспирант Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск

Исследовалось влияние нефтезагрязнения на численность и видовое разнообразие почвенных инфузорий. В модельных экспериментальных условиях изучалось воздействие нефтезагрязнения концентрацией 20 г/кг и 100 г/кг свежей почвы на природную популяцию инфузорий в течение 24-х недель. Установлено влияние нефтезагрязнения на численность и видовое разнообразие инфузорий.

Ключевые слова: почвенные инфузории, нефтезагрязнения, светло серые лесные почвы.

Разливы нефти в процессе разведки и эксплуатации месторождений отрицательно влияют на экосистемы Западной Сибири [4]. Наблюдается изменения и деградация почвы, почвенных беспозвоночных и простейших [5]. Почвенные инфузории относятся к распространённым сообществам почвенной фауны. Адаптации и изменения структуры сообществ почвенных инфузорий к нефтезагрязнениям практически не исследовались. Целью настоящих исследований является изучение хронического влияния нефтезагрязнений на сообщества инфузорий светло серых лесных почв Томской области.

Методика исследований

Исследования проводились в Томском районе Томской области подтаежной зоне Западной Сибири. Образцы почвы, для исследования численности и видового состава почвенных инфузорий, отбирались в светло – серых лесных почвах, в лесной зоне берёзовых лесов. Древесный ярус образован преимущественно березой пушистой (*Betula pubescens* L.), елью обыкновен-

ный (*Picea abies* L.). Кустарничковый ярус занимает 30% проективного покрытия, доминирует земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), в травяном ярусе преобладают крапива двудомная, ромашка обычная (*Matricaria matricarioides* L.) [3;9].

В производственных условиях сложно установить концентрацию и точное время нефтезагрязнений, экспериментальные данные, полученные в лабораторных условиях, не воспроизводят природную среду. Для оценки влияния различных доз нефти на инфузорий в естественном биоценозе заложены по единой методике [1;2], модельные площадки размером 1 м², с дозированным одноразовым внесением нефти (20 и 100 г/кг). В качестве контрольных площадок использовались не загрязнённые участки аналогичных светло серых лесных почв.

Отбор проб осуществляли еженедельно в период с 30.04 по 24.10. 2014 гг. в пяти точках на каждом участке. Образцы почвы отбирались из поверхностных горизонтов почвы А₀; А₁; А₁А₂. Нефть вносили с 30.04 одноразово на участки светло серых лесных почв Томского района.

Оценивался видовой состав и численность почвенных инфузорий в одном грамме сухой почвы по вертикальному профилю. Учет инфузорий проводился методом предельных разведений навески почвы жидкой питательной средой сенного настоя с почвенной вытяжкой. Подсчет и анализ беспозвоночных организмов проводился с использованием светового микроскопа «Биомед 3» и цифрового микроскопа Motic DM-BA300 с увеличением в 100 раз. Пробы обрабатывались счетным методом в камере Горяева [7]. Статистическая обработка материала проводилась в табличном процессоре Microsoft® Excel 2010 и пакете Statistica 7.0.

Результаты исследований

На основании проведенного статистического анализа данных, можно выделить четыре вида инфузорий: *Chilodonella cucullus*; *Colpoda taupasi*; *Glaucoma pyriformis* и *Litontus varsaviensis*, динамика которых прослеживалась в течение всего сезона наблюдений и виды с низкой численностью эпизодической встречаемостью.

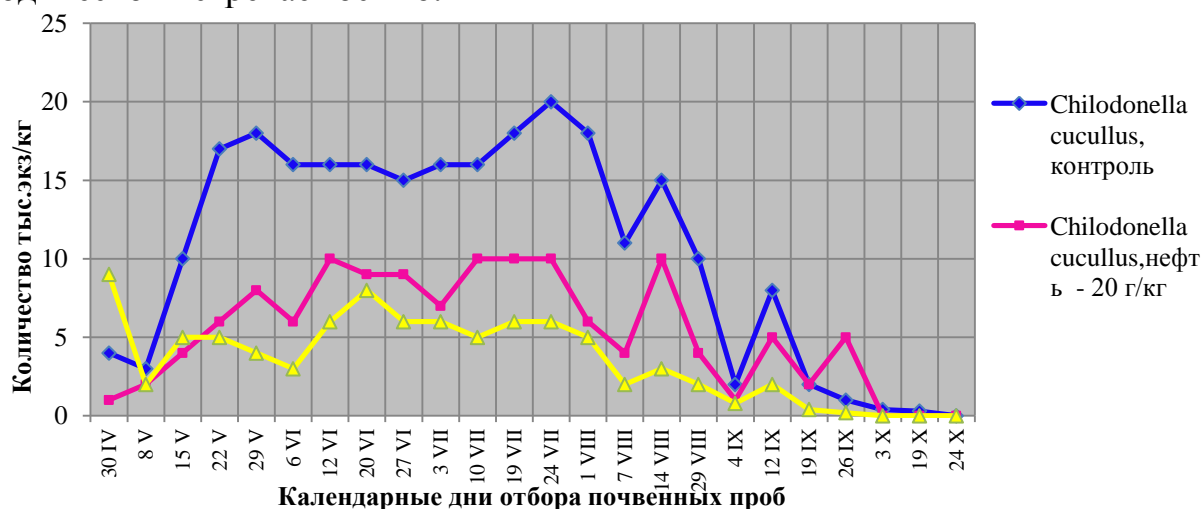


Рис. 1. Сезонная динамика изменений численности *Chilodonella cucullus* в светло серых лесных почвах, горизонта А₀ в зависимости от интенсивности нефтезагрязнений

Анализ данных представленных на рисунке 1, позволяет считать, что при действии нефти на почву, происходит снижение численности инфузорий в течение всего периода наблюдений. Снижение численности в большей степени наблюдается при концентрации нефтезагрязнений равной 100 г/кг почвы. Необходимо отметить синхронность в сезонных колебаниях численности контрольных и опытных инфузорий в период наблюдений, что свидетельствует об адаптации популяций исследуемого вида инфузорий.

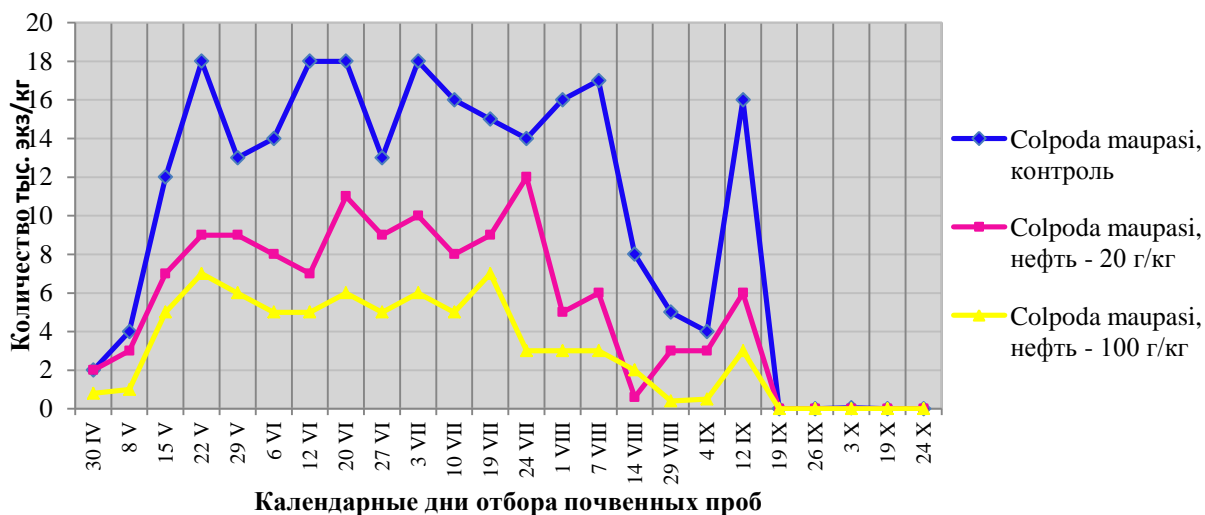


Рис. 2. Сезонная динамика изменений численности *Colpoda maupasi* в светло серых лесных почвах, горизонта A_0 в зависимости от интенсивности нефтезагрязнений

Аналогичное снижение численности под влиянием нефти характерно и для вида *Colpoda maupasi* (рис. 2). Наблюдается увеличение частоты колебаний в сезонных динамиках численности, в опытной группе почвенных инфузорий, что указывает на напряжённость адаптивных процессов в популяциях при действии нефти [6].

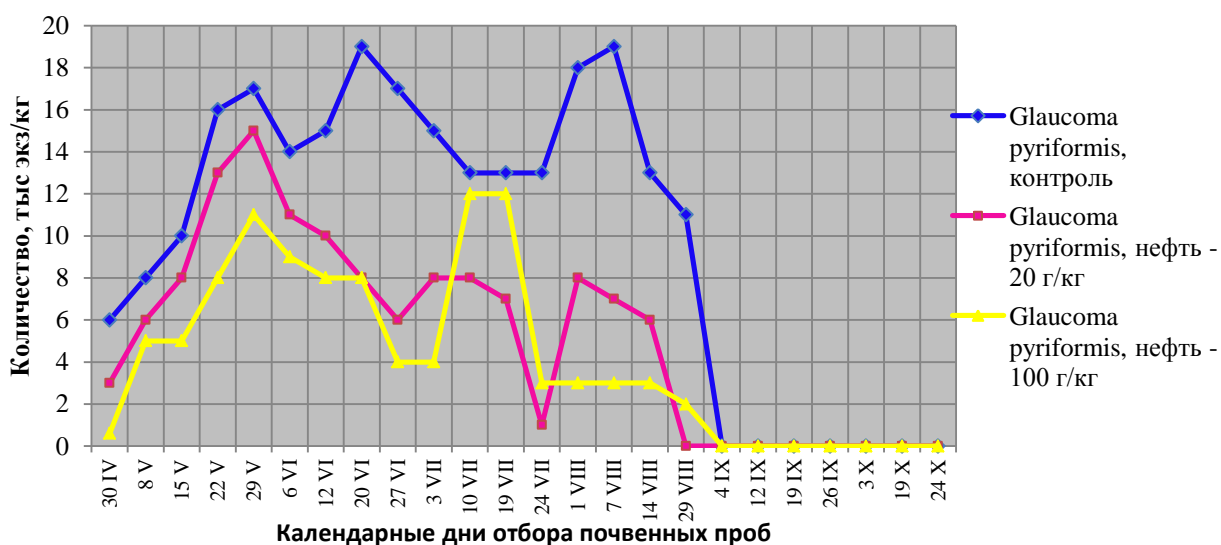


Рис. 3. Сезонная динамика изменений численности *Glaucoma pyriformis* в светло серых лесных почвах, горизонта A_0 в зависимости от интенсивности нефтезагрязнений

Для вида *Glaucoma pyriformis* (рис. 3), характерно выраженное снижение численности инфузорий, начиная с сорока суток, действия нефтезагрязнений. Происходит сокращение активного летнего – осеннего периода высокой численности простейших. Наблюдается и десинхронизация колебаний численности в опытных группах инфузорий, относительно динамики контрольной группы. Исследуемые популяции находятся в угнетённом состоянии при действии нефти.

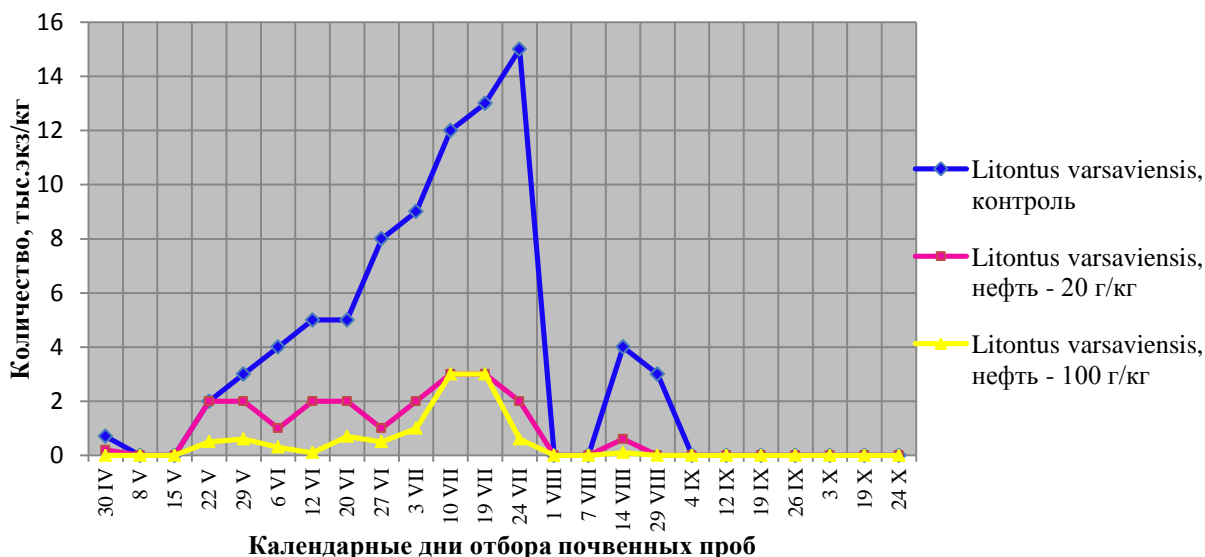


Рис. 4. Сезонная динамика изменений численности *Litontus varsaviensis* в светло серых лесных почвах, горизонта A_0 в зависимости от интенсивности нефтезагрязнений

Низкая численность в нефтезагрязнённых почвах характерна для вида *Litontus varsaviensis* (рис. 4). Происходит значительное снижение численности инфузорий данного вида, сглаживание сезонной динамики при действии нефти. В опытной группе наблюдается увеличение частоты колебаний в сезонных динамиках и минимальное количество инфузорий в начальный и конечный периоды наблюдений. Аналогичное состояние популяции при действии нефти можно охарактеризовать как депрессивное.

Следовательно, на основании проведённых исследований, можно считать, что наиболее устойчивым к нефтезагрязнениям в сообществе почвенных инфузорий является вид *Chilodonella cucullus*. К наименее устойчивым относятся: *Litontus varsaviensis* и другие эпизодически встречающиеся виды.

В почвенном горизонте A_1 , при нефтезагрязнениях, наблюдается постоянная встречаемость одного вида инфузорий: *Chilodonella cucullus*, к эпизодически встречающимся относятся: *Colpidium colpoda*; *Colpoda maupasii*; *Glaucoma pyriformis* и *Litontus varsaviensis*.

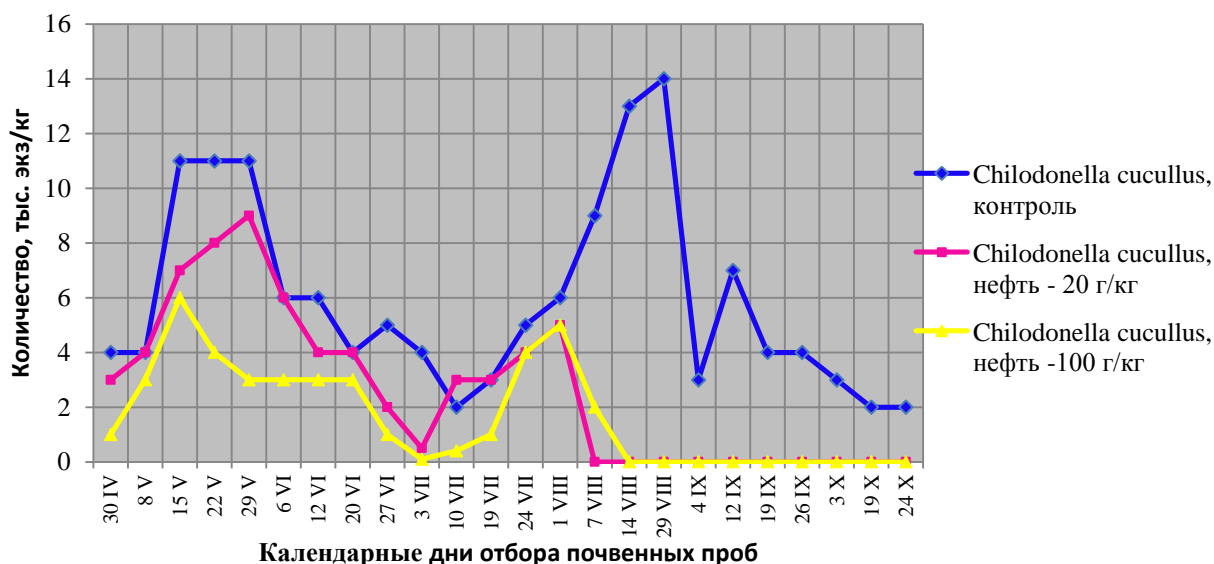


Рис. 5. Сезонная динамика изменений численности *Chilodonella cucullus* в светло серых лесных почвах, горизонта A_1 в зависимости от интенсивности нефтешагрязнений

Анализ среднестатистических результатов исследований, представленных на рисунке 5, позволяет отметить снижение численности инфузорий в нефтешагрязнённых почвенных горизонтах A_1 . Наблюдается синхронизация сезонных колебаний численности опытной и контрольных групп простейших.

Анализ данных видового разнообразия почвенных инфузорий при действии нефти позволяет считать, что количество видов инфузорий не существенно изменяется в опытной группе простейших. Снижение общего количества видов при нефтешагрязнениях наблюдается в поверхностном горизонте A_0 , в летне-осенний период. В почвенных горизонтах A_1 и A_2 количество видов инфузорий остаётся постоянным, но происходит частичная замена видов. Так вероятно, сохранение видового разнообразия связано со сменой одних эпизодических видов другими, что приводит к сохранению видового разнообразия сообществ инфузорий в трёх почвенных горизонтах. В горизонте A_0 при действии нефти виды инфузорий: *Pardon teres*; *Colpoda steine* сменяются видами *Enchelys gasterosteus*; *Holophrya simplex*. В почвенном горизонте A_1 виды *Colpidium colpoda*; *Spathidium proculus* сменяются *Didinium balbianii*. Нефть является энергетическим субстратом для большой группы органотрофных микроорганизмов, служащих источником пищи для почвенных беспозвоночных [8]. Конкурентная борьба за пищевые ресурсы приводит к смене видовой структуры сообществ почвенных инфузорий.

Таким образом, на основании проведённых исследований можно считать, что хронические нефтешагрязнения в концентрациях: 20 г/кг и 100г/кг в светло серых лесных почвах приводят к снижению численности и нарушениям в колебаниях сезонных динамик в популяциях доминирующих видов инфузорий.

Выявлена последовательность видов инфузорий по степени их устойчивости к нефтешагрязнениям: *Chilodonella cucullus*, *Colpoda maupasi*, *Glaucoma pyriformis* и *Litontus varsaviensis*.

Наиболее устойчивым является *Chilodonella cucullus*, который сохраняется и в почвенном горизонте A_1 в весеннем, летнем и осеннем периодах наблюдений.

Исследуемые концентрации нефти не оказывают существенного влияния на количество видов, но приводят к перераспределению спектра видов эпизодических групп инфузорий.

Список литературы

1. Большой практикум по зоологии беспозвоночных / А.В. Иванов, Ю.И. Полянский, А. А. Стрелкой. – М: Высшая школа, 1990. – 504 с.
2. Буруковский, Р.Н. Зоология беспозвоночных / Р. Н. Буруковский. – М.: Наука, 2010. – 439 с.
3. Гиляров М.С. зоологический метод диагностики почв. – М.: Наука, 1965. – 280 с.
4. Карташев А.Г. Экологические аспекты нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. Т УСУР. – Томск, 2007. – 218 с.
5. Карташев А.Г., Смолина Т.В. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных. – Томск: В-Спектр, 2011. – 146 с.
6. Карташев А.Г. Адаптация животных к хроническим факторам. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 2014. – 260 с.
7. Никитина Л.И. Цилиофауна природных и техногенных экосистем Среднего Приамурья. Хабаровск: изд-во ДВГПУС, 2011. – 160 с.
8. Ильин Н.П., Калачникова И.Г., Каркишко Т.И. Наблюдения за самоочищением почв от нефти в средней и южной тайге // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. С. 245-270.
9. Природно-ресурсное районирование Томской области / А.Г. Дюкарев, Н.Н. Пологова, Е.Д. Лапшина и др.; отв.ред. В.Н. Воробьев. – Томск: Спектор, 1997. – 40 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИЙ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЫШЕЧНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Коряк Ю.А.

ведущий научный сотрудник,
ФГБУН «ГНЦ РФ – ИМБП РАН», д.б.н., профессор,
Россия, г. Москва

Снижение сократительных функций скелетных мышц во время космических миссий могло быть ответственной задачей в решении во время операторских действий и исследований. Целью исследования было количественно определить изменения сократительных функций мышц у членов экипажей кратковременных и продолжительных миссий. Сила сокращения мышц до и после полета измерялась методом конвенционной изокINETической динамометрии у группы членов экспедиций посещений, совершивших космическую миссию продолжительностью ~7-10 дней (37.8 ± 3.7 лет, 175.8 ± 1.7 см, 72.8 ± 2.8 кг) на Международной Космической Станции (МКС) и у группы основной экспедиции (45.1 ± 2.0 лет, 176.0 ± 2.3 см, 79.9 ± 2.0 кг), совершивших продолжительный КП (213.0 ± 30.5 суток) на орбитальной станции «МИР». Изменение функций мышц было большим в мышцах-разгибателях и особенно эти различия отмечаются после продолжительных миссий, несмотря на использование физической тренировки определенной

направленности с определенным комплексом упражнений. По-видимому, тренировки в полете были недостаточны, чтобы купировать ежедневную механическую нагрузку, испытанную членами экипажа перед полетом.

Ключевые слова: невесомость, космический полет, сократительные свойства, изокинетическая динамометрия

Невесомость является уникальной средой, в которой сила взаимодействия тела с опорой отсутствует, что создает ряд физиологически неблагоприятных моментов разным системам человека и в частности, двигательной системе, которая в филогенезе и онтогенезе развивается в условиях гравитации (1 g) и организована применительно к действию этих сил. В результате устранения гравитации возникающие изменения в сократительных функциях мышцы крайне сложны и многочисленные исследования поддерживают эту концепцию.

Данные исследований космических полетов (КП) указывают на существенную потерю массы/объема и в значительной степени функций мышц, несмотря на использование во время продолжительных КП физической тренировки (ФТ) с определенным комплексом упражнений и эти изменения обнаруживаются даже уже после относительно коротких космических миссий.

Так, у астронавтов после 8-суточного КП на «Shuttle» были обнаружены потери массы мышц в пределах 4-10 % [26]. С увеличением длительности КП от 9 до 16 суток было обнаружено несколько большее снижение объема мышц от 6 до 16 % [16]. Более того, после 11-го суточного КП была обнаружена атрофия миофибрилл в *m. vastus lateralis* в пределах 16-36 % [20].

С увеличением продолжительности КП, несмотря на использование программы ФТ, потери в объеме мышцы были еще большими. Так, измерения, выполненные у членов экипажа, которые возвратились из приблизительно 6 месячной миссии на станции «МИР» и МКС показали 10-24 % снижения объема мышц [25, 30, 33]. Однако была обнаружена некоторая стабилизация или новое устойчивое состояние массы мышц у человека после пребывания на жестком постельном режиме в течение 120-суток в антиортостатическом положении [25].

Потеря силы мышц происходит параллельно с потерями в объеме мышцы, но величина изменения в силе мышцы были несколько большими. Так, после кратковременного полета на кораблях «Союз» (2-5 суток) у космонавтов отмечалось существенными изменениями силы сокращения (до ~ 14 %) мышц кисти [3], а у астронавтов в КП на «Shuttle» (5-17 дней) было обнаружено снижение силы мышц-разгибателей колена на 12 %, а сила мышц-сгибателей на 23 % [21] и работоспособности до 16% [16, 25, 26, 30, 31].

Исследования скоростно-силовых свойств мышц-сгибателей и разгибателей стопы методом конвенционной изокинетической динамометрии после 7 суток КП обнаружили снижение силовых показателей мышц-разгибателей стопы во всем тестируемом скоростном диапазоне, включая и изометрический режим, и величина снижения составляла 20-30 % от исходной за исклю-

чением изометрического режима, при котором снижение (около 15 %) было несколько меньшим [2, 4, 22].

Измерения, выполненные у членов экипажа, которые возвратились из 16-28 недельной миссий на станции «МИР» показали до 48 % снижения максимальной произвольной силы (МПС) мышц сгибателей стопы [33] и увеличение на 31 % максимальной скорости укорочения мышечных волокон [24]. После 129-145 суток КП у членов экипажа на МКС было обнаружено снижение приблизительно на 26 % силы сокращения мышц-разгибателей колена и выносливости мышц-сгибателей [27]. Trappe et al. [32] сообщили о снижении величины максимальной мощности (на 32 %) и максимальной силы мышц-разгибателей стопы (на 20-29 %) при выполнении произвольных движений в широком спектра изокинетической скорости после ~ 6-месячной миссии на МКС. В целом, признано, что большинство потерь происходит в мышцах туловища и нижних конечностей, как группа мышц с очень высокой активностью в нормальных условиях (условия 1-g). Показано, что сила мышц верхних конечностей изменяется в меньшей степени по сравнению с мышцами нижних конечностей [2, 19].

Большая потеря силы мышцы, чем ее масса (объем), как после КП, так и после модельных условий, выдвинула гипотезу, что микрогравитация причина фундаментальных изменений в моторном контроле [8, 15, 23]. Так, после 180 дней КП мощность, развиваемая мышцами-разгибателями бедра, была снижена на 45 %, что значительно больше, чем можно объяснить исключительно потерей массы мышцы [17]. Снижение мощности мышц-разгибателей бедра во время взрывного произвольного сокращения сопровождалось с существенным уменьшением электромиографической (ЭМГ) активности мышц [17]. Точно так же Lambertz et al. [24] наблюдали 17 % уменьшение в изометрической силе после 90-180 суток, хотя Zange et al. [33] обнаружили только 17% уменьшение в массе мышц нижних конечностей. Сопутствующее обстоятельство с уменьшением силы мышц деятельность ЭМГ активности в мышцах-разгибателях стопы было уменьшено, составляя в среднем 39 % [24]. Berg et al. [18] обнаружили снижение изометрической МПС и величины концентрической силы мышц-разгибающей колена (на 25-30 %) у испытуемых после 42 дня постельного режима, тогда как площадь поперечного сечения (ППС) уменьшилась только на 14 %, а максимальная ЭМГ уменьшилась на 19 %. Большее изменение в силе мышцы, чем ее ППС, свидетельствует об изменениях внутренних свойств двигательных единиц, рекрутированию двигательных единиц или из-за изменений в нервном драйве. Снижение электромеханической эффективности указывают данные об увеличении ЭМГ активности мышц (на 44 %) при выполнении одного и того же абсолютного уровня (100 Нм) генерированной изометрической силы после пребывания на 6 недельном постельном режиме [13, 18]. Следовательно, изменения в активации мышцы могут иметь существенное воздействие после приземления в способности членов экипажей исполнить операторские, функциональные, задачи после пребывания в условиях микрогравитации.

Целью настоящего исследования было количественно определить степень изменения сократительных функций разных мышц у космонавтов после космических миссий разной продолжительности при выполнении произвольных сокращений с использованием изокинетической динамометрии

Все экспериментальные процедуры были выполнены в соответствии с Хельсинской Декларацией 1975 г. по правам человека на участие в эксперименте в качестве испытуемого и программа исследований была одобрена комиссией по биомедицинской этике при ГНЦ РФ – ИМБП РАН и ЦПК имени Ю.А. Гагарина.

В исследовании приняли участие две группы космонавтов-мужчин. Первую группу ($n = 9$; 45.1 ± 2.0 лет, 176.0 ± 2.3 см, 79.9 ± 2.0 кг) составили члены экипажей основных экспедиций, совершивших продолжительные КП (213.0 ± 30.5 суток) на орбитальной станции «МИР», а вторую группу ($n = 5$; 37.8 ± 3.7 лет, 175.8 ± 1.7 см, 72.8 ± 2.8 кг) — члены экспедиций посещения (~7-10 дней) МКС. Все члены экипажа были проинформированы о целях и методах исследования сократительной функции мышц, ознакомлены с процедурами исследования, о степени их риска и важности настоящего исследования и после этого каждый член экипажа подписал информированное согласие на добровольное участие в эксперименте с участием человека.

Космонавты в ходе коротких миссий не применяли ФТ, тогда как космонавты длительных КП использовали комплекс ФТ [1, 14].

Для оценки сократительных функций и мышечной работоспособности при выполнении динамических концентрических и эксцентрических произвольных сокращений разных мышц использовали изокинетический динамометр LIDO® Active Multi-Joint Isokinetic Rehabilitation System, Loredan Biomedical [28], который был модернизирован, чтобы регистрировать максимальный суставной момент при эксцентрическом режиме сокращения мышц более 400 Н · м. Обследуемый удобно располагался на специальном универсальном столе изокинетического динамометра LIDO®. Все обследуемые были проинструктированы до начала тестирования воздержаться от приема пищи (за 2 часа), кофеина (за 4 часов), применения тренировочных упражнений (за 12 часов) и были ознакомлены с протоколом проведения исследований с использованием динамометра LIDO®.

При тестировании мышц-сгибателей и разгибателей спины угол в тазобедренном суставе составлял $\sim 130\text{--}140^\circ$ и ось сустава совпадала с осью вращения регистрирующего устройства изокинетического динамометра. При тестировании мышц-разгибателей и сгибателей бедра — угол в коленном суставе составлял 90° и ось в суставе совпадала с осью вращения регистрирующего устройства динамометра, а при тестировании мышц-разгибателей и сгибателей стопы коленный сустав угол в коленном и голеностопном суставах составлял 90° и ось голеностопного сустава совпадала с осью вращения регистрирующего устройства динамометра.

В процессе тестирования обследуемый по инструкции «выполнить движение максимально быстро и сильно» выполнял динамические ритмические

движения при сгибании и разгибании спины, бедра и стопы в концентрическом или эксцентрическом режимах сокращений мышц, совершая от 3 до 5 движений на каждой угловой скорости, с интервалом отдыха между каждым движением ~ 1 мин. Сила мышц определялась как пиковый суставной момент, выполненный во всем диапазоне движения, и наибольшая величина из последовательно выполненных произвольных сокращений для мышц-сгибателей и разгибателей принималась как максимальный суставной момент.

При тестировании мышц спины угловые скорости составляла 30 и 75 $^{\circ}/с$; мышц бедра и голени угловые скорости при концентрических режимах сокращения составляла 30, 60, 120 и 180 $^{\circ}/с$, а в эксцентрических – 30, 60, 90 и 120 $^{\circ}/с$. Диапазон движений при разгибании-сгибании спины составлял 75–130 $^{\circ}$; стопы – 25–20 $^{\circ}$ и голени – 90–60 $^{\circ}$ при концентрических и 33–90 $^{\circ}$ – при эксцентрических сокращениях.

До полета во время тестирования были зарегистрированы положение сустава и диапазон движений для каждого обследуемого и воспроизводились после полета. Все тесты (исключая туловище) были выполнены на «ведущей» конечности, если не было противопоказаний. Тестировалась сила (момент) сокращения мышц-сгибателей и разгибателей туловища, верхних и нижних конечностей при выполнении концентрических и эксцентрических движений, а также выносливость, утомляемость, мышц-разгибателей бедра при выполнении концентрических движений. Перед каждым тестированием сустава обследуемому были даны устные инструкции, в во время тестирования устная поддержка не давалась.

Работоспособность (выносливость) мышц определялась, как общая работа при выполнении 25 ритмических произвольных концентрических сокращений при разгибании мышц бедра с угловой скоростью 60 $^{\circ}/с$ в ритме 1 с сокращение/движение – 1 с расслабление/отдых. Движение конечности начиналось из положения угол бедро-голень – 90 $^{\circ}$. Степень утомляемости, или иначе работоспособность, оценивали по показателю индекса утомления (ИУ), рассчитываемого как отношение средней величины максимального суставного момента пяти последних сокращений в ряду произвольных концентрических сокращений мышцы к средней величине максимального суставного момента пяти первых сокращений [9].

Перед каждым тестированием динамометр LIDO[®] калибровался внешними грузами и внутренним (электронным) устройством. Тестирование максимальных суставных моментов разных мышц было выполнено за 30 дней до полета и на 3 (± 1) сутки после посадки корабля.

Кратковременные полеты. Анализ изменений функций разных мышц спины обнаружил, что максимальный суставной момент мышц-сгибателей при выполнении произвольных движений в концентрических и эксцентрических режимах сокращений был постоянно меньше по сравнению с исходными данными на всех угловых скоростях (рис. 1, *верхняя панель*). Однако градиент снижения максимального суставного момента для мышц-разгибателей бедра существенно разнится: наибольшие различия отмечаются при выпол-

нении произвольных концентрических движений в низкоскоростном, силовом, режиме с угловой скоростью 30 и 60 °/с (на 16 и 13 %, соответственно) и наименьшие в высокоскоростных режимах – 120 и 180 °/с (на 9 и 11 %, соответственно). Анализ динамики изменения максимальных суставных моментов для мышц-сгибателей бедра обнаружил достаточно незначительное во всем скоростном диапазоне (30, 60, 120 и 180 °/с) снижение силовых свойств на 3, 8, 11 и 6 %, соответственно.

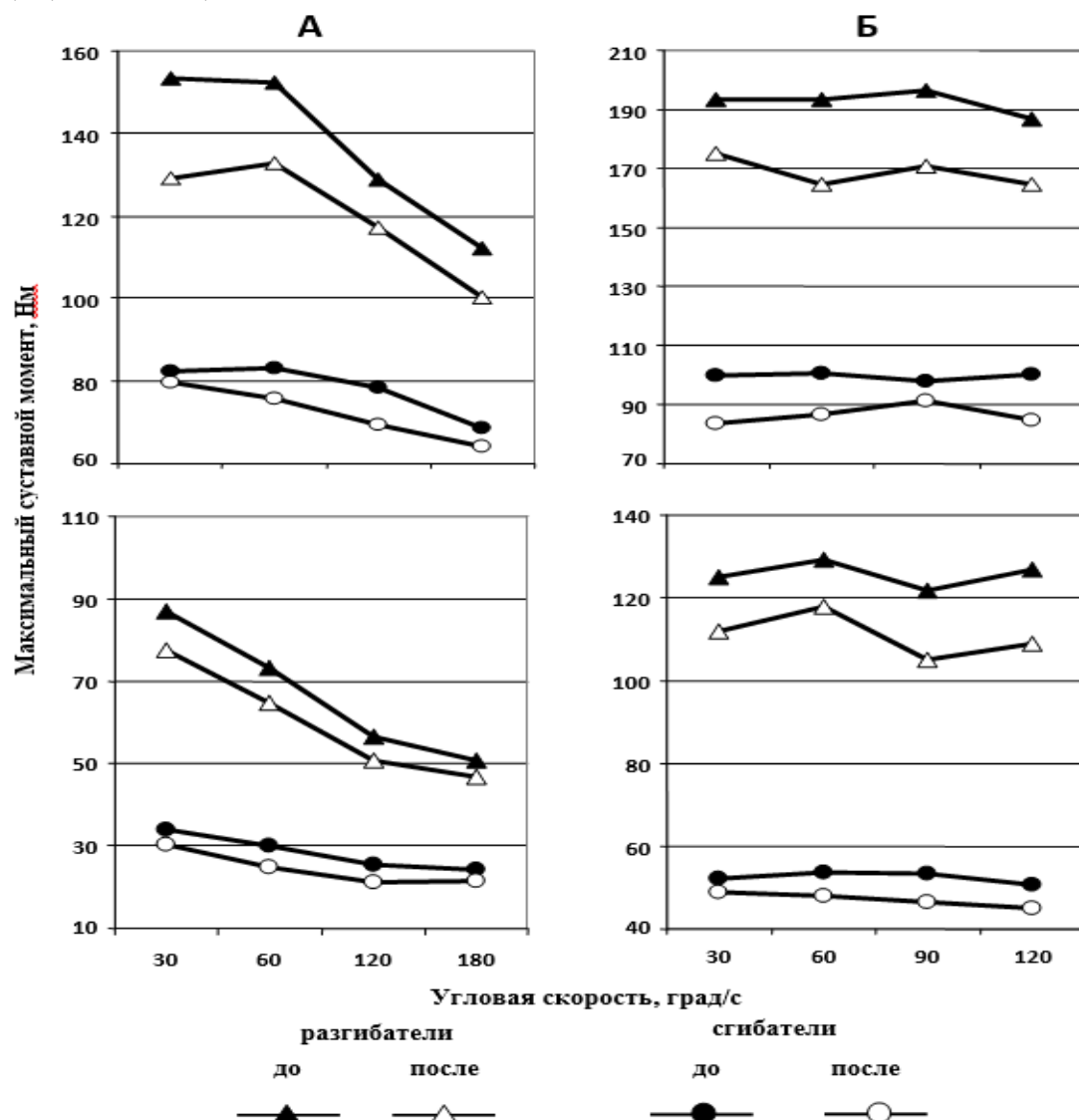


Рис. 1. Скоростно-силовые показатели мышц-сгибателей и разгибателей бедра (верхняя панель) и стопы (нижняя панель) при выполнении произвольных сокращений в концентрическом (А) и эксцентрическом (Б) режимах с разной угловой скоростью и их изменения после кратковременного космического полета

При анализе максимальных суставных моментов, развиваемых мышцами бедра при выполнении произвольных изокинетических движений в эксцентрических режимах, отмечается равномерное (около 14 %) снижение сократительных возможностей в диапазоне тестируемой скорости 60, 90 и 120 °/с и лишь в низкоскоростном (силовом) режиме отмечается небольшое снижение (в среднем на 9 %).

Максимальный суставной момент, развиваемый мышцами-разгибателями стопы (рис. 1, *нижняя панель*) при выполнении произвольных изокINETических движений при эксцентрических режимах, существенно не отличался при диапазоне тестируемой скорости 30, 90 и 120 °/с (~ 13 %), тогда как для мышц-сгибателей стопы наименьшие изменения (~ 6 %) отмечаются в низкоскоростном (силовом) режиме (30 °/с).

Влияние КП на силовые возможности мышц туловища было более существенным, как при концентрических, так и эксцентрических режимах на всех используемых угловых скоростях (рис. 2). Наибольшее снижение силовых возможностей мышц-разгибателей спины отмечалось при высокоскоростном диапазоне (33 %) и относительно меньшие изменения обнаружены в низкоскоростном (силовом) режиме (27 %). Анализ динамики изменения максимального суставного момента для мышц-сгибателей туловища обнаружил большее снижение силовых возможностей в высокоскоростном режиме (16 %) по сравнению с низкоскоростным, силовым, режимом (около 6 %).

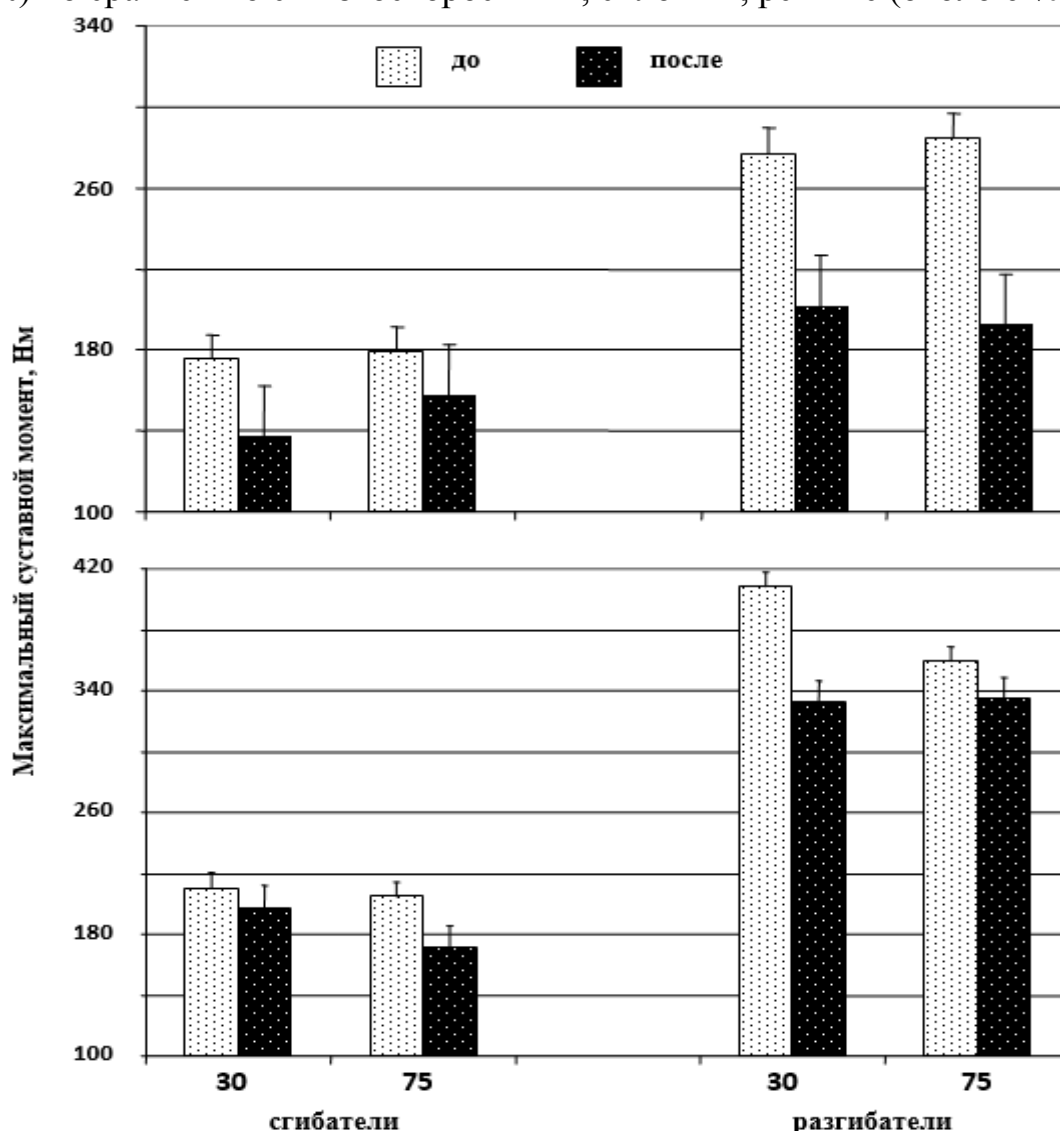


Рис. 2. Скоростно-силовые показатели мышц-сгибателей и разгибателей спины при выполнении произвольных движений в концентрическом (*верхняя панель*) и эксцентрическом (*нижняя панель*) режимах с разной угловой скоростью и их изменения после кратковременного космического полета

На рисунке 3 (*верхняя панель*) представлена динамика изменения силы сокращения мышц-разгибателей колена у членов космической миссии до и после КП при выполнении динамических concentрических ритмических движений (сокращений) с постоянной угловой скоростью $60^\circ/\text{с}$. Анализ данных обнаружил, в целом, снижение силы сокращения мышц на протяжении ритмических сокращений, но существенных различий в кинетике снижения силы сокращения до и после КП не обнаружено, или иными словами, уровень работоспособности мышц-разгибателей колена или иными словами, утомляемость мышечной системы существенно не изменилась после КП. Показатель ТИ, составлявший в исходный (фоновый) период в среднем $0,90 \pm 0,03$, после КП не изменился и составил $0,90 \pm 0,04$.

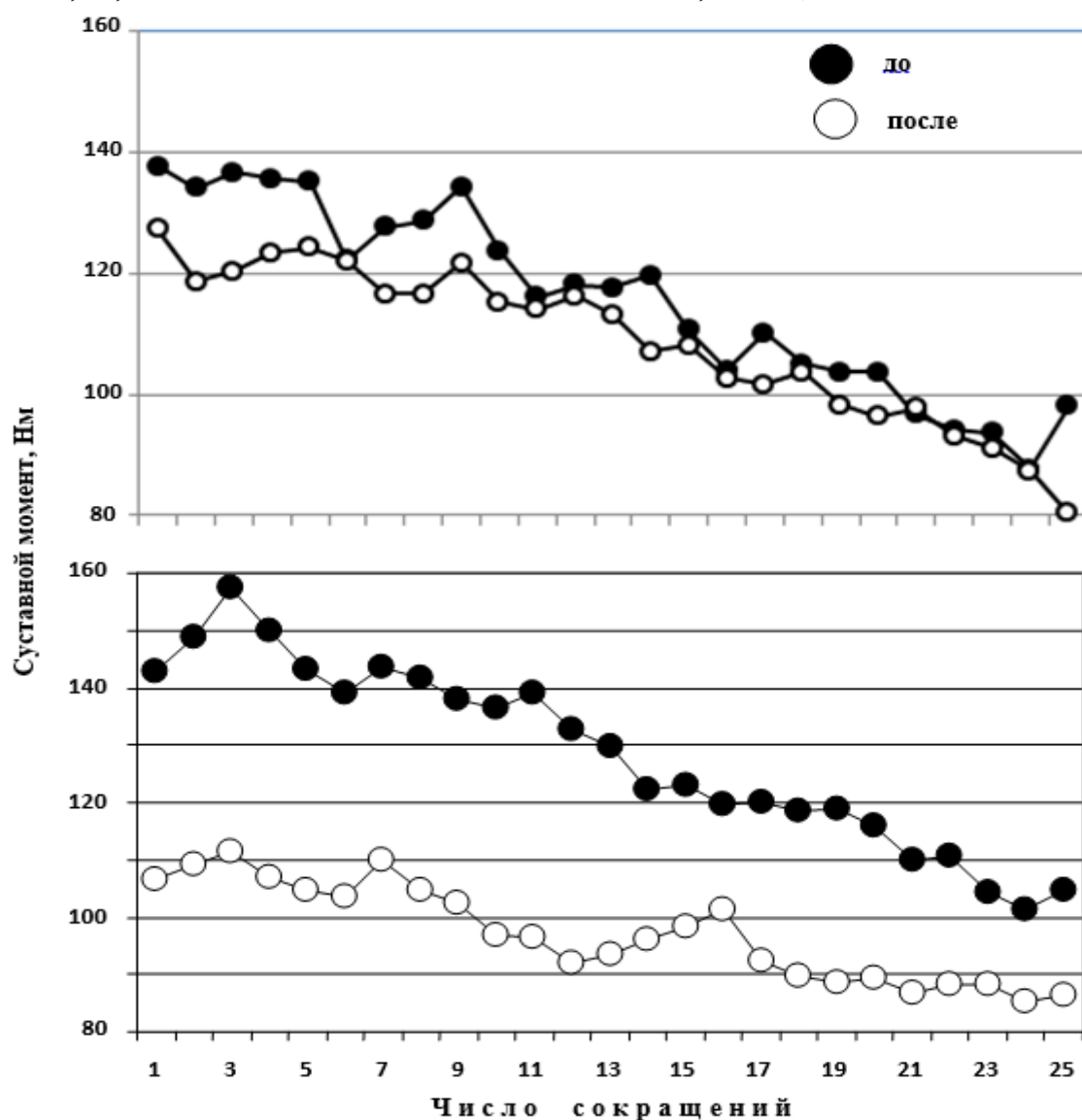


Рис. 3. Динамика снижения максимального суставного момента мышц-разгибателей бедра при выполнении ритмических concentрических движений (скорость $60^\circ/\text{с}$) до и после кратковременного (*верхняя панель*) и продолжительного (*нижняя панель*) космического полета

Продолжительные полеты. Анализ изменения скоростно-силовых показателей мышц-сгибателей и разгибателей бедра (рис. 4, *верхняя панель*) обнаружил, во-первых, что величина максимального суставного момента, развиваемого мышцами-сгибателями и разгибателями бедра при эксцентрическом режиме сокращения мышц, значительно выше по сравнению с concentрическим режимом. Во-вторых, анализ данных изокинетической динамометрии обнаружил, что у всех членов космических экспедиций, как до, так и после КП отмечалось значительное снижение максимального суставного момента мышц бедра на всех тестируемых угловых скоростях движений конечности. При этом значительные изменения обнаруживались для мышц-разгибателей, как в concentрическом режиме, так и эксцентрическом. Однако степень этих изменений значительно разнилась: наибольшие изменения отмечаются при concentрическом режиме по сравнению с эксцентрическим. При этом снижение силовых возможностей мышц бедра после КП было достаточно равномерным во всем диапазоне угловой скорости (около 20 %) для мышц-сгибателей, как при concentрическом, так и эксцентрическом режиме. Тогда как для мышц-разгибателей такая особенность отсутствовала и отмечалась неравномерность изменений. Отмечалось значительное снижение максимального суставного момента при concentрическом движении в высокоскоростном ($180^\circ/\text{с}$; около 25 %) и силовом ($60^\circ/\text{с}$; около 23 %) режиме, а при движении с угловой скоростью 120 и $30^\circ/\text{с}$ отмечалось равномерное уменьшение этого показателя.

Аналогичная динамика изменений скоростно-силовых свойств обнаруживается и для мышц-сгибателей и разгибателей стопы (рис. 4, *нижняя панель*). Следует отметить, что изменения в показателях максимальных суставных моментов для мышц-сгибателей и разгибателей стопы, более выражены по сравнению с изменениями в показателях максимальных суставных моментов для мышц бедра. Наибольшие изменения отмечаются при выполнении движений, как в concentрическом режиме, так и эксцентрическом силовом, низкоскоростном, режиме ($30^\circ/\text{с}$), но в большей степени при эксцентрическом режиме. Тогда как в высокоскоростном режиме ($120^\circ/\text{с}$ и $180^\circ/\text{с}$) наибольшие изменения наблюдаются при эксцентрическом режиме. Анализ данных для мышц-сгибателей стопы обнаружил однонаправленность изменений (уменьшение) максимального суставного момента, как при concentрических, так и эксцентрических движениях на всем диапазоне угловых скоростей. Однако степень изменений максимального суставного момента была несколько выше при выполнении произвольных движений в concentрическом режиме.

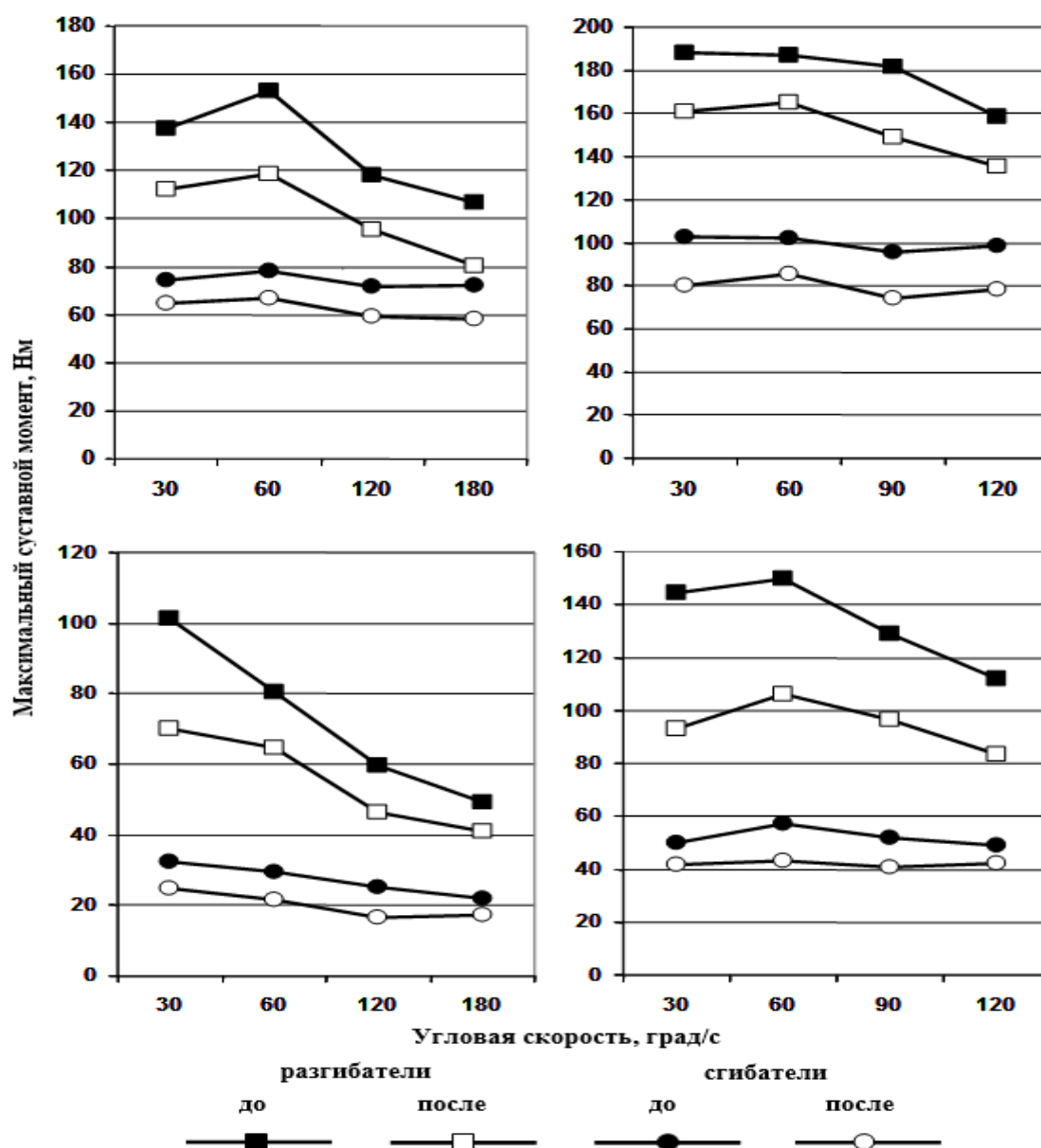


Рис. 4. Изменение скоростно-силовых показателей мышц-разгибателей (две верхних кривых) и сгибателей (две нижних кривых) бедра (верхняя панель) и стопы (нижняя панель) при выполнении произвольных концентрических (слева) и эксцентрических (справа) движений с разной угловой скоростью до и после продолжительного космического полета

Анализ изменения максимального суставного момента, развиваемого мышцами-сгибателями и разгибателями спины при эксцентрических и концентрических режимах (рис. 5), обнаружил, что величина максимального суставного момента, развиваемого мышцами-сгибателями и разгибателями спины при эксцентрическом режиме сокращения мышц, во-первых, была значительно выше по сравнению с концентрическим режимом, как до, так и после КП. Во-вторых, обнаруживается неоднозначная реакция мышц на воздействие разгрузки при выполнении произвольных движений в концентрических и эксцентрических режимах. При концентрическом низкоскоростном режиме сокращения мышц-сгибателей спины отмечается существенно меньшие изменения по сравнению с эксцентрическим движением. Тогда как для мышц-разгибателей спины отмечаются прямо противоположные изменения.

Вместе с тем выполнение произвольных движений в концентрическом режиме с большей угловой скоростью ($75^\circ/\text{с}$) отмечаются прямо противоположные изменения. Наибольшие изменения в мышцах-сгибателях отмечаются при выполнении концентрических движений по сравнению с эксцентрическим режимом, а для мышц-разгибателей спины – наибольшие изменения отмечаются при эксцентрическом режиме по сравнению с концентрическим.

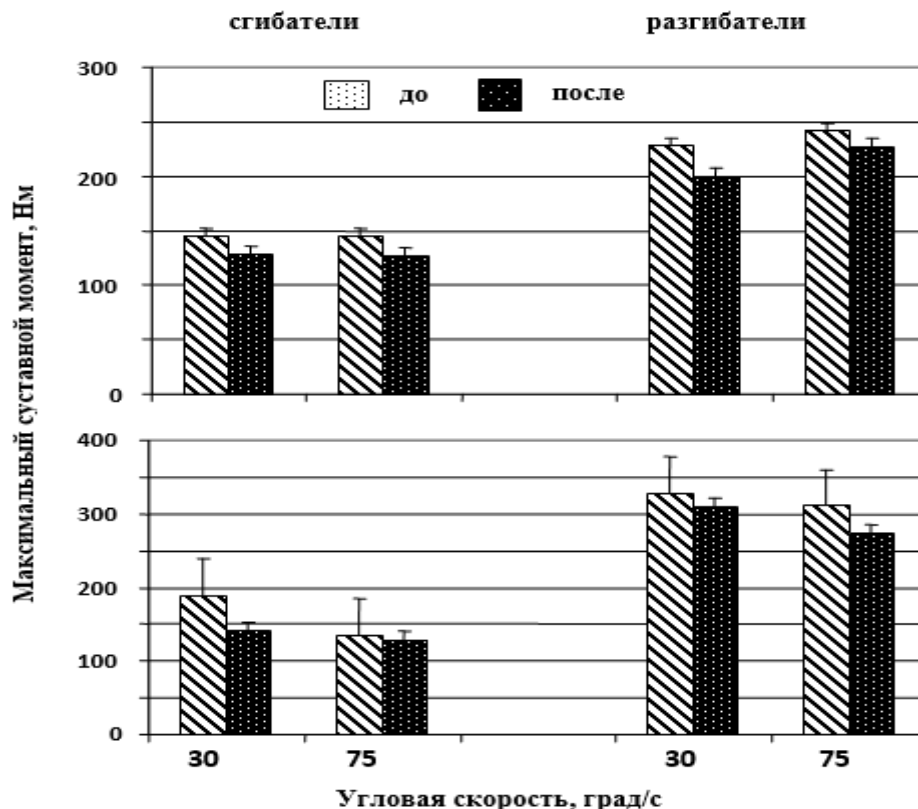


Рис. 5. Максимальный суставной момент мышц-сгибателей и разгибателей спины при выполнении произвольных концентрических (верхняя панель) и эксцентрических (нижняя панель) движений с разной скоростью до и после продолжительного космического полета

Анализ динамики изменения силы сокращения мышц-разгибателей колена у членов космической миссии до и после продолжительного КП (см. рис. 3, нижняя панель) при выполнении динамических концентрических ритмических движений (сокращений) с постоянной угловой скоростью $60^\circ/\text{с}$ обнаружил снижение силы сокращения на протяжении 25 ритмических сокращений, иными словами, уровень работоспособности мышц-разгибателей колена существенно уменьшился, т.е. утомляемость мышечной системы после КП увеличилась. ИУ, составлявший в исходный (фоновый) период в среднем $0,71 \pm 0,04$ после КП его величина составила $0,81 \pm 0,02$.

В заключении, представленный экспериментальный материал позволил составить динамику развития изменений функций различных мышечных групп. Показано, что пребывание человека в условиях невесомости сопровождается значительным снижением сократительных свойств мышечных групп, более выраженное в мышцах-разгибателях, которые в условиях нормальной гравитации Земли (1-g) участвуют в поддержании вертикальной позы. Аналогичные изменения, но в меньшей степени выраженности, выяви-

лись и в мышцах-сгибателях, участвующих в движениях после продолжительного КП.

Как показали ранее полученные результаты изменений характеристик произвольного и электрически вызванных тетанических сокращений *m. triceps surae* после кратковременного КП отмечается незначительное снижение МПС (~ 9 %), силы электрически вызванного тетанического (~ 8 %) сокращения и увеличение (на 12 %) величины силового дефицита [7]. После продолжительных КП отмечается существенное уменьшение МПС (на 22 %), и что принципиально важно, снижение собственно-силовых свойств мышц (на 16 %), оцениваемых по величине электрически вызванной тетанической силы сокращения и практически вдвое отмечается увеличение силового дефицита [6]. Эти данные указывают на преимущественно центральную природу снижения сократительных свойств мышц в кратковременном полете (первые дни встречи с невесомостью) и преимущественно периферический (внутримышечный) генез этого явления на втором этапе. Вместе с тем возрасставшая величина силового дефицита после продолжительного КП указывает на сохраняющийся вклад в генез снижения сократительных свойств и центральных механизмов.

Снижение периферической локальной мышечной работоспособности может происходить, как вследствие снижения мышечной силы, поскольку, общая площадь под кривой работоспособности изменяется за счет снижения силы сокращения, так и за счет способности удерживать (развивать) высокое напряжение при мышечном сокращении, т.е. за счет снижения выносливости. Площадь под участками тестируемого сокращения после КП значительно снизилась под всеми участками кривой сокращения. Это указывает о том, что работоспособность снизилась не только за счет снижения силы, но также вследствие уменьшения выносливости. Выделить удельный вклад того или иного фактора на работоспособность не представляется возможным, поскольку при тестировании мышечной работоспособности использованы динамические тестовые произвольные сокращения, которые являются интегральным показателем состояния собственно-сократительных свойств самих мышц (периферический фактор) и характером центрально-нервной регуляции мышц (центральный фактор). Снижение мышечной работоспособности нельзя полностью объяснить изменениями в периферическом нервно-мышечном аппарате, хотя эти изменения во многом обеспечивают данный эффект.

Большие изменения сократительных свойств при изокинетической динамометрии, когда большее количество мышц участвуют в осуществлении данного движения, по сравнению с данными, получаемые тендометрической динамометрии [5, 6], в которой исследуется только одна мышца, несомненно, указывают на активацию мышц-антагонистов [10, 29] и роль относительно слабого по интенсивности эфферентного потока импульсов к мышце-агонисту движения [12] и усиливавшегося, по-видимому, отсутствием пускового триггера для развития важнейших событий в двигательной системе в условиях невесомости, когда устранена опорная нагрузка, обуславливающее

автоматически снижение (вплоть до выключения?) активности тонической системы с последующим вторичным развитием ряда физиологических и структурных эффектов.

Дополнительная концепция, обсуждаемая в КП, что механическая нагрузка мышечного аппарата изменяет активацию и паттерн рекрутируемых двигательных единиц, что отразится в продукции мышцы при выполнении двигательных задач. Самое простое условие, чтобы оценивать адаптацию сократительной функции мышцы это изометрические условия, когда длина мышцы остается постоянной. Однако в условиях *in vivo* функция мышц изменяется таким образом, что длина мышцы и нагрузка во время движения могут уменьшиться или увеличиться, в зависимости от внешних условий. Несмотря на сложность взаимодействия силы и скорости, отношения между этими переменными на данном уровне активации предсказуемы для многих скелетных мышц, если известны архитектура мышцы и механика движения. Несмотря на изменения функций и работоспособности в условиях КП невесомости базисные механизмы генерирования мышечной силы были сохранены. Потенциал силы немного выше, когда активированная мышца удлиняется при нулевой скорости. Нужно также отметить снижение силы, когда скорость сокращения увеличивается, и наоборот, максимальная скорость увеличивается, когда сокращающимся элементам мышцы предъявляется наименьшая нагрузка.

Суммируя результаты настоящего исследования, следует отметить, что экспериментальный анализ феноменов, выявленных после кратковременных и продолжительных КП, т.е. условия реальной невесомости, позволил не только подтвердить их наличие и количественно описать эти изменения, но и предположить об участии в генезе развивающегося снижения сократительных функций, по крайней мере, двух механизмов, обуславливающих наличие двух стадий развития это на преимущественно центральную природу снижения сократительных функций мышц в первые дни встречи с невесомостью (кратковременный КП) и преимущественно периферический (внутримышечный) генез этого явления на втором этапе (продолжительный КП).

Список литературы

1. Еремин А.И., Бажанов В.В., Марищук В.Л. и др. Тренировка человека в условиях длительной гипокинезии. // Пробл. косм. биол. М. Наука. – 1969. – С. 191-199.
2. Григорьева, Л.С., Козловская, И.Б. Влияние невесомости и гипокинезии на скоростно-силовые свойства мышц человека. // Космич. биол. и авиакосмич. мед. – 1987. – Т. 21. – С. 27-30.
3. Какурин, Л.И., Черепяхин, М.А., Первушин, В.И. Влияние кратковременных космических полетов на состояние нервно-мышечного аппарата человека. // Космич. биол. и мед. – 1971. – Т. 5. – С. 53-56.
4. Козловская, И.Б., Григорьева, Л.С., Гевлич, Г.И. Сравнительный анализ влияний невесомости и ее моделей на скоростно-силовые свойства и тонус скелетных мышц человека. // Космич. биол. и авиакосмич. мед. – 1984. – Т. 18. – С. 22-26.
5. Коряк Ю.А. Нервно-мышечная адаптация к кратковременным и продолжительным космическим полетам. // МКС, РАН ИМБП РАН, Российский сегмент, – 2011. – С. 93-123.
6. Коряк Ю.А. Адаптация скелетных мышц. //РАЕ, Российский дом Акад. Естествознания, М. – 2012. – С. 318.

7. Коряк Ю., Гидзенко Ю., Шаттлфорт М. и др. Функциональные свойства нервно-мышечного аппарата и их изменения после семисуточного космического полета на Международной Космической Станции. // Успехи современного естествознания. – 2007, – № 12. – С. 149-150.
8. Коряк Ю.А., Козловская И.Б. Возбудимость мотонейронного пула у человека в условиях длительной антиортостатической гипокинезии (АНОГ). // Матер. VII Всерос. симп. «Эколого-физиол. пробл. адаптации». – 1994. – С. 127-128.
9. Коряк Ю.А. Поляков В.В., Поцепаев А.И., Мартянов В.А. Исследование динамической работоспособности периферического нервно-мышечного аппарата спортсменов. // Матер. I Всесоюзн. конф. «Физиол. основы управ. движ.» М. – 1975. – Р. 73-74.
10. Мартянов В.А. Степень использования скоростно-силовых возможностей нервно-мышечного аппарата при произвольных усилиях. // Физиол. журн. СССР. – 1974. – Т. 60. – С. 1416-1422.
11. Мартянов, В.А., Копылов, Ю.А., Гнутов, М.И. Степень использования возможностей мышечного аппарата при максимальном произвольном усилии. // Физиол. журн. СССР. – 1972. – Т. 58. – С. 1390-1396.
12. Мартянов, В.А., Коряк, Ю.А. Повышение произвольной силы под действием дополнительно вызванных афферентных влияний. // Физиол. журн. СССР. – 1973. – Т. 59. – С. 1756-1760.
13. Оганов, В.С., Гурфинкель, В.С., Козлова, И.Г. и др. Влияние длительной гипокинезии и невесомости на функциональное состояние скелетных мышц человека. Опыт использования критерия электромеханической эффективности. // Физиол. человека. – 1991. – Т. 17. – С. 35-47.
14. Степанцов В.И., Тихонов М.А., Еремин А.В. Физическая тренировка как метод предупреждения гиподинамического синдрома. // Космич. биол. и авиакосм. мед. – 1972. – Т. 6. – С. 64-69.
15. Adams, G.R., Caiozzo, V.J., Baldwin, K.M. Skeletal muscle unweighting: spaceflight and ground-based models. // J. Appl. Physiol. – 2003. – 95. – P. 2185-2201.
16. Akima, H., Kawakami, Y., Kubo, K. et al. Effect of short-duration spaceflight on thigh and leg muscle volume. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2000. – V. 32. – P. 1743-1747.
17. Antonutto, G., Capelli, C., Girardis, M., et al. Effects of microgravity on maximal power of lower limbs during very short efforts in humans. // J. Appl. Physiol. – 1999. – V. 86. – P. 85-92.
18. Berg, H.E., Larsson, L., Tesch, P.A. Lower limb skeletal muscle function after 6 wk of bed rest. // J. Appl. Physiol. – 1997. – V. 82. – P. 182-188.
19. Convertino, V.A. Physiological adaptations to weightlessness: effects on exercise and work performance. // Exerc. Sport Sci. Rev. – 1990. – V. 18. – P. 119-166.
20. Edgerton, V.R., Zhou, M.-Y., Ohira, Y. Human fiber size and enzymatic properties after 5 and 11 days of spaceflight. // J. Appl. Physiol. – 1995. – V. 78. – P. 1733-1739.
21. Greenisen, M., Hayes, I., Siconolfi, S., Moore, A. Functional performance evaluation in: Extended Duration Orbiter Medical Project Final Report 1989-1995. Eds: Sawin CF, Taylor GR, Smith WL. NASA Johnson Space Center, Houston, TX. NASA SP-1999-534. – 1999. – P. 3.1-3.24.
22. Kozlovskaya, I.B., Aslanova, I.F., Grigorieva, L.S., Kreidych, Yu.V. Experimental analysis of motor effects of weightlessness. // The Physiologist. – 1982. – V. 25. – P. 49-52.
23. Kozlovskaya, I.B., Burlachkova, N.I. Effects of microgravity on spinal reflex mechanisms. // 12th Man in Space Symp. – 1997. – P. 310-311.
24. Lambertz, D., Pérot, C., Kaspranski, R., Goubel, F. Effects of long-term spaceflight on mechanical properties of muscles in humans. // J. Appl. Physiol. – 2001. – V. 90. – P. 179-188.
25. LeBlanc, A., Lin, C., Shackelford, L. et al. Muscle volume, MRI relaxation times (T2), and body composition after spaceflight. // J Appl Physiol. – 2000. – V. 89: – P. 2158-2164.

26. LeBlanc, A., Rowe, R., Schneider, V. et al. Regional muscle loss after short duration spaceflight. // Aviat. Space Environ. Med., – 1995. – V. 66. – P. 1151–1154.
27. Lee, S.M.C., Williams, M.E., Siconolfi, S.F. et al. Concentric strength and endurance after long duration spaceflight. // Med. Sci. Sports Exerc. – 2000. – V. 32. – P. S363.
28. LIDO® Active Operations Manual. – 1988.
29. Marsden, C.D., Odeso, J.A., Rothwell, J.C. Action of the antagonist muscle during fast limb movements in man. // J. Physiol. – 1982. – 312. – P. P47-P48.
30. Narici, M.V., Kayser, B., Barattini, P., Cerretelli, P. Changes in electrically evoked skeletal muscle contractions during 17-day spaceflight and bed rest. // Int. J. Sports Med., – 1997. – V. 18 (Suppl. 4). – P. S290–S292.
31. Tesch, P.A., Berg, H.E., Bring, D. et al. Effects of 17-day spaceflight on knee extensor muscle function and size. // Eur. J. Appl. Physiol., – 2005. – V. 93. – P. 463–468.
32. Trappe, S., Costill, D., Gallagher, P. et al., Exercise in space: human skeletal muscle after 6 months aboard the International Space Station. // J. Appl. Physiol. – 2009. – V. 106. – P. 1159–1168.
33. Zange, J., Müller, K., Schubert, M. et al. Changes in calf muscle performance, energy metabolism, and muscle volume caused by long-term stay on space station MIR. // Int. J. Sports Med. – 1997. – V. 18 (Suppl. 4). – S308–S309.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. УЛЬЯНОВСКА)

Кочеткова К.В.

аспирантка кафедры «Химия»

Ульяновского государственного технического университета,
Россия, г. Ульяновск

Фаизов Р.Р.

аспирант кафедры «Химия»

Ульяновского государственного технического университета,
Россия, г. Ульяновск

Гусева И.Т.

заведующий кафедрой химии Ульяновского государственного педагогического университета им. И.Н. Ульянова, кандидат педагогических наук,
Россия, г. Ульяновск

Давыдова О.А.

профессор кафедры «Химия» Ульяновского государственного технического университета, д-р химических наук,
Россия, г. Ульяновск

Рассмотрены экологические аспекты засоления почв на территории г. Ульяновска. Показано влияние антропогенного фактора на сезонную динамику физико-химического состава почвенного покрова на урбанизированной территории.

Ключевые слова: засоление почв, физико-химический состав, сезонная динамика, антропогенный фактор.

Почва представляет собой комплексную систему, где основные ее факторы находятся в определенном равновесии, достигнутом в течение длительного времени. Это равновесие, нарушенное при загрязнении, не восстанавливается быстро даже при устранении причин, вызвавших его. Состояние почвы изменяется в результате антропогенного воздействия. Привести к деградации земель может не только загрязнение их химическими соединениями, но и изменение физических показателей [2-4].

В настоящей работе данная проблема анализируется в контексте сбережения почв, и рассматриваются экологические аспекты засоления почв на урбанизированной территории.

Объекты и методы исследования

Сезонный отбор проб почвы производился по основным промышленным микрорайонам г. Ульяновска в течение 2013-2014 гг. Отбор проб почвы проводили согласно требованиям ИСО 10381-1 и ГОСТ 28168.

Физико-химический анализ проб почвы выполнялся согласно разработанным методикам [1].

Результаты и их обсуждение

Для оценки характера и степени возможного засоления почв в основных микрорайонах города Ульяновска был проведен анализ показателей физико-химического состояния почв и водной вытяжки с определением pH среды, легкорастворимых анионов (хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов) и катионов (кальция, магния, натрия).

Состав и содержание солей в почвах меняется посезонно. Максимальное их содержание наблюдается в весенний период, что связано с интенсивным использованием противогололедных средств в зимний период, которые вместе с талыми водами попадают в почву. Минимальное содержание солей наблюдается в осенний период, что объясняется промыванием почвенно-грунтовой толщи осадками и наблюдается снижение содержания легкорастворимых солей.

Результаты анализа водной вытяжки показал, что почвы города являются в основном слабозасолёнными, тип засоления – хлоридно-сульфатный. Щелочность от растворимых карбонатов не выявлена, то есть содового засоления не наблюдается.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии негативных процессов в почвенной системе города, источник которых – хозяйственная деятельность человека. Следует помнить, что решение многих экологических проблем городов напрямую связано с состоянием городских земель и их балансом.

Заключение

Проведено комплексное исследование экологического состояния почв на территории г. Ульяновска. Оценка факторов деградации почвы позволяет разработать программу почвенно-экологических исследований, включающих

эколого-аналитические исследования почвы. Осуществление такой программы дает возможность определить пути оптимизации состояния почвы и составить научный прогноз изменения этого состояния на ближайшую и отдаленную перспективу.

Список литературы

1. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв / Л.А. Воробьева. – М.: МГУ, 1998. – 342 с.
2. Добровольский, Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: МГУ, 2006. – 268 с.
3. Завальцева, О.А. Проблема засоления почв урбанизированных территорий (на примере города Ульяновска) / О.А. Завальцева, Н.М. Аванесян, Ж.А. Антонова // Эко мониторинг. – 2013. – № 2. – С. 32-37.
4. Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния почвы / А.Г. Муравьев. – СПб.: Крисмас, 2000. – 285 с.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИММОБИЛИЗАЦИИ В-ФРУКТОФУРАНОЗИДАЗЫ НА ВОЛОКНИСТОМ ИОНООБМЕННИКЕ МАРКИ ФИБАН А-6

Мещерякова О.Л.

доцент кафедры биохимии и биотехнологии ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий, канд. техн. наук, Россия, г. Воронеж

Гойкалова О. Ю.

доцент кафедры биохимии и биотехнологии ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий, канд. биол. наук, доцент, Россия, г. Воронеж

Корнеева О.С.

заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий, д-р биол. наук, профессор, Россия, г. Воронеж

Исследованы параметры иммобилизации β -фруктофуранозидазы на волокнистом ионообменнике ФИБАН А-6. Установлены оптимальные параметры адсорбционной иммобилизации фермента: масса ФИБАН А-6 1 г; pH 4,0; температура 20 °С; концентрация фермента 0,1-1,2 мг/см³; время контакта фермента с носителем 40 минут.

Ключевые слова: β -фруктофуранозидаза, активность, адсорбционная иммобилизация, волокнистый анионит.

Среди гидролитических ферментов β -фруктофуранозидаза (2,1- β -D-фруктофуранозид-фруктогидролаза, инвертаза, К.Ф. 3.2.1.26) занимает важное место ввиду возможности ее использования в реакциях гидролиза сахаразы с целью получения инвертного сиропа, являющегося крупнотоннажным

продуктом пищевой промышленности. Однако ферментативный процесс получения инвертных сиропов имеет ряд недостатков, таких как нестабильность активности фермента, его высокая стоимость, однократность использования.

Одной из актуальных задач современной биотехнологии является разработка высокоэффективных препаратов иммобилизованных ферментов, которые имеют ряд преимуществ перед нативными ферментами. Иммобилизация β -фруктофуранозидазы является весьма оправданной с целью получения гетерогенного биокатализатора, способного работать в непрерывном режиме в нескольких реакционных циклах.

Цель работы явилось изучение процесса иммобилизации β -фруктофуранозидазы на волокнистом ионообменнике марки ФИБАН А-6 и выбор оптимальных параметров данного процесса для получения гетерогенного биокатализатора гидролиза сахарозы. Объектом исследования служил высокоочищенный ферментный препарат β -фруктофуранозидаза *Kluyveromyces marxianus* Y-303 с каталитической активностью 2700 ед/мг. В качестве носителя для иммобилизации использовали волокнистый ионообменник марки ФИБАН А-6. Подготовку ионита к иммобилизации осуществляли путем кондиционирования ионообменника и перевода его в нужную ионообменную форму. Иммобилизацию и эффективность процесса β -фруктофуранозидазы осуществляли по разработанной нами ранее методике [1].

Содержание белка в нативном ферментном препарате определяли методом Лоури, в иммобилизованном – модифицированным методом Лоури. Определение активности свободной β -фруктофуранозидазы осуществляли методом Бертрана, иммобилизованной β -фруктофуранозидазы – спектрофотометрически резорциновым методом. За единицу активности принимали такое количество фермента, которое катализирует образование 1 мМ редуцирующих веществ за 1 мин в стандартных условиях. Для определения рН оптимума свободного фермента осуществляли гидролиз сахарозы в интервале значений рН от 3,0 до 7,0. Влияние температуры на каталитическую активность свободной β -фруктофуранозидазы исследовали в диапазоне значений от 30 до 80 °С. Аналогичные исследования проводили с иммобилизованным ферментом.

В качестве носителя для иммобилизации β -фруктофуранозидазы использовали волокнистый ионообменник ФИБАН А-6 [2]. При выборе носителя учитывалась безвредность компонентов носителя, его биологическая и химическая стабильность, низкая стоимость и доступные сырьевые источники.

Как известно важными параметрами для иммобилизации фермента являются масса носителя, рН среды, температура. При проведении адсорбционной иммобилизации количество не связавшегося с носителем фермента определяли спектрофотометрически на СФ-46 через разные промежутки времени. Как видно из рис. 1 содержание носителя в растворе 1,0 г обеспечивает максимальную степень иммобилизации. Дальнейшее увеличение массы носителя приводило к заметному снижению эффективности иммобилизации.

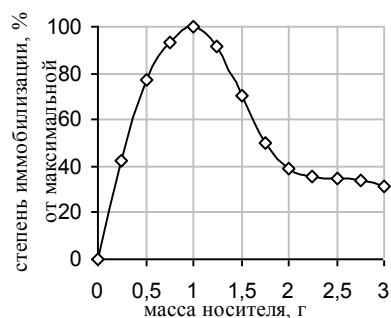


Рис. 1. Эффективность процесса иммобилизации β -фруктофуранозидазы в зависимости от массы носителя

Исследование влияния исходного значения pH среды на процесс иммобилизации β -фруктофуранозидазы, показало, что данный показатель оказывает воздействие не только на стабильность ионообменника, а также на эффективность иммобилизации. В ходе экспериментов было установлено, что наибольшая эффективность процесса иммобилизации наблюдалась при значении pH 4,0 (рис. 2).

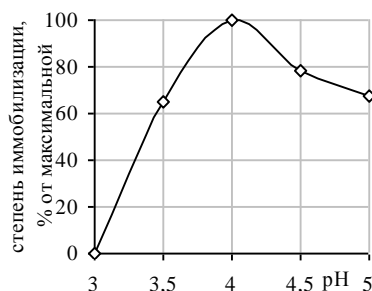


Рис. 2. Влияние pH среды на эффективность иммобилизации β -фруктофуранозидазы

При изучении влияния температуры на процесс иммобилизации β -фруктофуранозидазы было установлено, что оптимальным значением температуры для процесса иммобилизации является 22 °С. Увеличение температуры до 35 °С приводило к снижению степени процесса иммобилизации.

β -Фруктофуранозидазу иммобилизовали адсорбционным способом путем погружения сорбента в водные растворы фермента различных концентраций (0,1-1,0 мг/см³). На рис. 3 показана кривая сорбции белка в зависимости от концентрации раствора ферментного. Кривая сорбции β -фруктофуранозидазы имеет четкое плато, что свидетельствует о насыщении поверхности носителя.

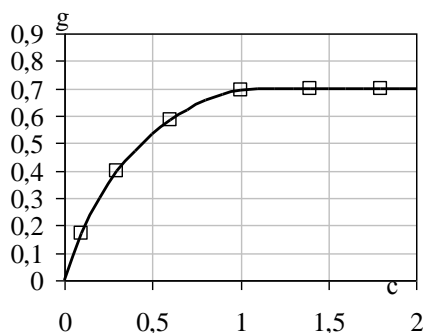


Рис. 3. Кривая сорбции β -фруктофуранозидазы на волокнистом носителе ФИБАН А-6: g – масса белка, мг/г носителя; с – концентрация раствора β -фруктофуранозидазы, мг/см³

Исследование зависимости сорбции от времени контакта с носителем показало, что наибольшее количество белка адсорбировалось во временном интервале 30-45 мин, тогда как самые высокие значения сорбции наблюдались через 40 мин, что свидетельствует об установлении равновесного состояния к этому моменту времени.

Таким образом, были подобраны оптимальные параметры иммобилизации β -фруктофуранозидазы для процесса гидролиза сахарозы на волокнистом ионообменнике марки ФИБАН А-6.

Список литературы

1. Иммобилизация β -фруктофуранозидазы на волокнистом носителе [Текст] / Мещерякова О.Л. [и др.] // Биотехнология. – 2012. – № 4. – С. 58-62.
2. Сравнительная характеристика свойств свободной и иммобилизованной β -фруктофуранозидазы [Текст] / Мещерякова О.Л. [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 356.

ОСОБЕННОСТИ СУТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ СТЕПНОЙ АССОЦИАЦИИ МУРАВЬЕВ (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) В ХВАЛЫНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Павлова Н.С.

магистрант кафедры морфологии и экологии животных
Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского,
Россия, г. Саратов

Активность муравьев, как и большинства видов беспозвоночных, зависит от температуры окружающей среды. Сведения о зависимости интенсивности фуражировки муравьев конкретного местообитания от температуры представляют несомненный интерес для лесного хозяйства. Проведено наблюдение за активностью степной ассоциации муравьев. В ней представлены следующие виды: *T. caespitum*, *L. alienus*, *F. pratensis*, *F. imitans*, *Messor structor* и несколько видов рода *Myrmica*. Наиболее массовыми являются три группы: *L. alienus*, *Myrmica spp.* и *F. pratensis*. Виды *L. alienus* и *Myrmica spp.* более чувствительны к высоким температурам воздуха; максимумы их активности приходятся на утренние и вечерние часы. А *F. pratensis* более пластичен по отношению к температуре, его фуражировка продолжается и при температуре воздуха 35°C.

Ключевые слова: суточная активность, ассоциации муравьев, Хвалынский национальный парк.

Динамика суточной активности муравьев связана с абиотическими факторами, такими как температура почвы, ее влажность, солнечная радиация и д. т. А так же биотическими – наличие пищевых ресурсов, интенсивность размножения, межвидовая конкуренция. Но наиболее изменения показателей активности муравьев зависят от температуры почвы [2].

Исследование проводили с 28 июня по 2 июля 2014г. в национальном парке «Хвалынский». Для изучения сопряженной суточной активности мура-

вьев использовали метод учета внегнездовых рабочих на сахарных кормушках, равномерно расставленных на полигоне по сетке метровых квадратов [1] (100 кормушек). Учеты проводили один раз в два часа (с 7.00 до 21.00). Во время каждого учета измеряли температуру приземного слоя воздуха. Для каждого отрезка времени рассчитывали долю кормушек, занятых муравьями *Tetramorium caespitum* (Linnaeus, 1758), *Lasius alienus* (Forster, 1850), *Myrmica spp.*, *Formica pratensis* (Retzius, 1783), *Formica imitans* (Ruzsky, 1902), *Messor structor* (Latreille, 1798), и среднее число особей каждой из групп на всех кормушках, которые муравьи данной группы в течение периода наблюдений посещали. Всего было проведено 40 учетов.

Дни наблюдения по погодным условиям можно разделить на две группы: 28 – 29 июня – пасмурные дни со средней температурой 15°C (макс. – 23, мин. – 11); 30 июня и 1 – 2 июля – жаркие ясный дни со средней температурой 32°C (макс. – 44, мин. – 16). Особенности активности по этим группам будем рассматривать отдельно.

Наибольшая активность в данной ассоциации муравьев наблюдается у двух групп – *L. alienus* и *Myrmica spp.* В пасмурные дни у этих групп можно выделить два максимума активности: утренний (до 11 часов) и вечерний (после 19 часов). Но у *Myrmica spp.* лучше выражен утренний пик, а у *L. alienus* – вечерний. На третьем месте по показателям активности находится *F. pratensis*. У муравьев этого вида наблюдается достаточно ровная активность в течение дня. К 21 часу особей этого вида почти не обнаруживается на кормушках. Другие три вида муравьев представленные в данной ассоциации – немногочисленны, их фуражиры встречаются на небольшом количестве кормушек (не более 4% от общего числа кормушек), среднее число учтенных особей на одну кормушку от 0 до 0,06 (рис. 1). Муравьи вида *L. alienus* были обнаружены на 10 – 21% кормушек, *Myrmica spp.* – 11 – 20% кормушек, а *F. pratensis* – 1 – 10% кормушек.

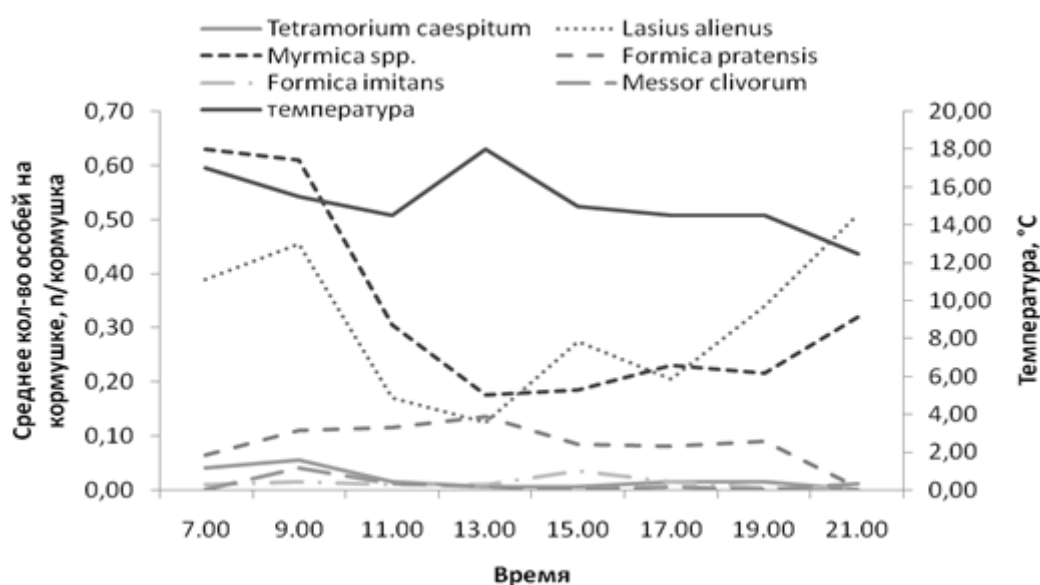


Рис. 1. График активности муравьев в пасмурные дни

В жаркие заметно снижается уровень активности всех муравьев. Наибольшим образом повышенные дневные температуры (выше 30°C) сказываются на *L. alienus* и *Myrmica spp.* Но при понижении температуры приземного слоя воздуха до 25°C активность этих видов возрастает больше чем в 10 раз (с 0,04 до 0,85 особей/кормушку у *L. alienus*; с 0,03 до 0,47 у *Myrmica spp.*). Доля кормушек занятых особями *L. alienus* возрастает от 1 до 32%, а *Myrmica spp.* от 0,3 до 21%. У *F. pratensis* снижение активности наблюдается только в самые жаркие часы с 11 до 15, при температуре 43°C, но и не наблюдается заметных пиков активности (рис. 2). Фуражиры *F. pratensis* встречаются на 2 – 10% кормушек.

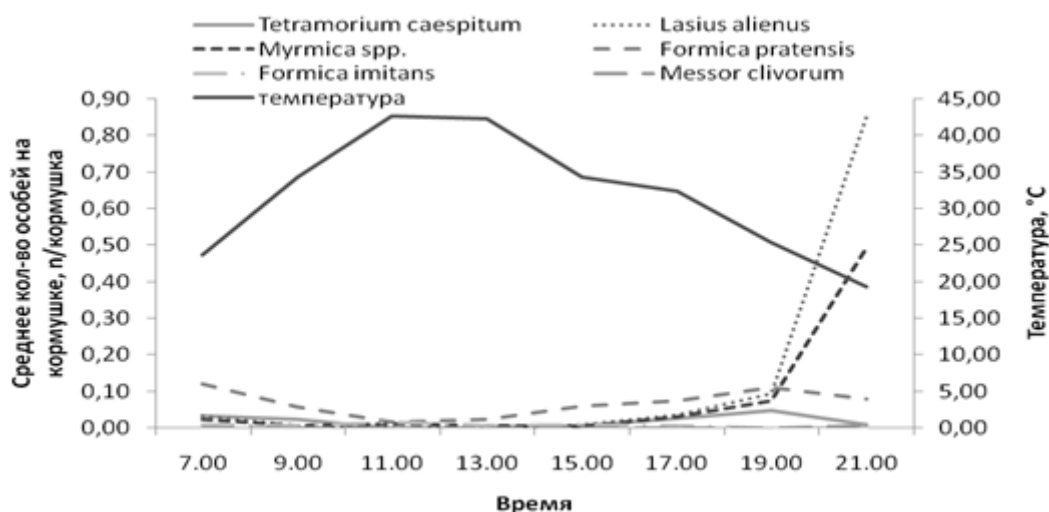


Рис. 2. График активности муравьев в жаркие дни

В исследованной нами ассоциации в степи обнаружены муравьи следующих видов: *T. caespitum*, *L. alienus*, *F. pratensis*, *F. imitans*, *Messor structor* и несколько видов рода *Myrmica*. Наиболее массовыми являются три группы: *L. alienus*, *Myrmica spp.* и *F. pratensis*. Особи *L. alienus* и *Myrmica spp.* занимают наибольший кормовой участок. Но эти виды более чувствительны к высоким температурам воздуха, для их фуражировки оптимальна температура не выше 25°C. Максимумы их активности наблюдаются в утренние и вечерние часы. А *F. pratensis* более пластичен по отношению к температуре, его фуражировка продолжается и при температуре воздуха 35°C.

Список литературы

1. Резникова, Ж.И. Методы исследования поведения и межвидовых отношений муравьев в полевых условиях [Текст] / Ж.И. Резникова // Евразийский энтомологический журнал. – 2009. – №8(3). – С. 265–278.
2. Стукалюк, С.В. Суточная активность муравьев (Hymenoptera, Formicidae) в многовидовых ассоциациях горного Крыма [Текст] / С.В. Стукалюк // Труды Русского энтомологического общества. – С.-Петербург, 2009. – Т. 84(2). – С. 114–128.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КЛЕТКАХ ОВСА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

Петухов А.С.

студент Института химии Тюменского государственного университета,
Россия, г. Тюмень

Петухова Г.А.

профессор кафедры экологии и генетики Института биологии
Тюменского государственного университета,
Россия, г. Тюмень

Статья посвящена изучению биохимических процессов в клетках овса в условиях стресса. В качестве стресс-фактора использовалось музыкальное озвучивание. В работе исследован уровень биохимических повреждений в клетках овса. Проанализированы концентрации антиоксидантов. Установлена наиболее эффективная система защиты в данных условиях.

Ключевые слова: стресс, антиоксиданты, перекисное окисление липидов, флавоноиды, каротиноиды, фенолы.

В процессе своей жизнедеятельности растение часто оказывается в стрессовой ситуации. Среди ответной реакции организма наибольший интерес представляет биохимическая составляющая [3]. Когда растение находится в стрессе, в его клетках накапливаются активные формы кислорода, провоцирующие окисление мембранных липидов. Как следствие, проницаемость мембран повышается, целостность и жизнедеятельность клетки нарушается. Продуктами перекисного окисления липидов (ПОЛ) являются шиффовы основания (конечные продукты), малоновые альдегиды, диеновые конъюгаты. По концентрации этих соединений в клетках организма можно судить об уровне повреждений, полученных во время стрессовой ситуации [1;5;6].

Однако в клетках существуют защитные механизмы – антиоксидантные системы, которые противостоят перекисному окислению и связывают активные формы кислорода, свободные радикалы, останавливая дальнейшие повреждения и устраняя текущие.

Эффективными «перехватчиками» свободных радикалов являются фенольные соединения, в частности, простые фенолы, нафтолы и оксипроизводные других ароматических соединений. В настоящее время выделено несколько тысяч фенольных соединений, в частности, флавоноиды и фенокарбоксильные кислоты. К классу фенольных соединений относятся флавоноиды, выполняющие защитные функции. Из биофлавоноидов наиболее изучены антиоксидантные свойства кверцетина и рутина, способных за счет ортогидроксильных фенольного кольца быть донорами водорода. Биофлавоноиды гасят супероксидный анион-радикал, проявляют антитератогенное, гипохолестеринемическое действие [8;10].

К соединениям-антиоксидантам также относятся каротиноиды. По химической природе каротиноиды относятся к огромному классу терпеноидов. Их углеводородная структура состоит из C_{40} -изопреноидной цепи. В растениях каротиноиды локализованы в пластидах фотосинтезирующих и не фотосинтезирующих тканей. Каротиноиды принимают активное участие в процессе фотосинтеза. Защитные механизмы действия каротиноидов включают антиокислительный эффект и моделирующее действие на физическое состояние мембран. Каротиноиды также энергично устраняют избыток активных форм кислорода, защищая пигменты и ненасыщенные жирные кислоты липидов от окислительного повреждения [2;7].

Целью работы было изучение влияния озвучивания классической и рок-музыкой на биохимические показатели овса.

Материалом для исследования служили проростки овса посевного. Семена были помещены на фильтровальную бумагу в чашки Петри. В эксперименте использовали 100 семян овса в трех повторностях. Раз в два дня прорастающие семена поливали отстоянной водой. В качестве стресс фактора выбрали музыкальное озвучивание. Громкость составляла 70 Дб, длительность – 30 минут каждый день в течение двух недель.

Было поставлено три варианта эксперимента: а) Контроль (К) – семена овса не озвучивали, б) Вариант 1 –Классика (М) – овес озвучивали классической музыкой – Чайковский «Времена года», музыка Моцарта и Бетховена в) Вариант 2 – Рок (Р) – на овес оказывала воздействие альтернативная рок музыка. Измеряли концентрации продуктов перекисного окисления липидов, фенольных соединений, флавоноидов и каротиноидов по стандартным методикам [11;9;8;12].

Концентрации шиффовых оснований (рис. 1) в ходе озвучивания снижались, как в варианте «М», так и в варианте «Р».

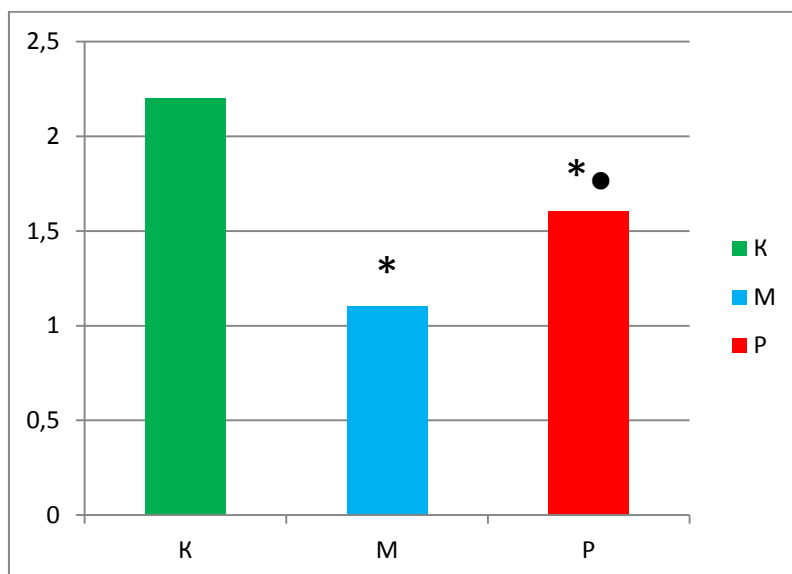


Рис. 1. Содержание шиффовых оснований (мг/100г) в клетках овса

*- статистически достоверные различия между контролем и вариантом опыта (при $P \leq 0,05$)

● – статистически достоверные различия между вариантами эксперимента (при $P \leq 0,05$)

Снижение концентрации продуктов ПОЛ соответствует уменьшению количества повреждений в клетках. Это можно объяснить с позиций теории биорезонанса Р.Р. Райфа. Музыкальное озвучивание классической и рок-музыкой происходит на разных частотах, которые в неравной степени резонируют с частотами скорости оборотов ферментов, влияющих на процессы жизнедеятельности клеток редис. Это приводит к неравной интенсивности воздействия.

Снижение уровня повреждений в клетках может быть связано с работой антиоксидантных систем клеток, подавивших стресс, возникающий при музыкальном озвучивании.

Концентрация фенольных соединений (рис. 2) при действии музыки увеличивалась на 15-20%, что связано с возрастанием уровня стресса в ходе эксперимента и активизацией данной защитной системы. Полученные результаты согласуются с данными по ответным реакциям проростков редиса [4].

Изучение концентрации флавоноидов (рис. 3) показало, что в ходе эксперимента выработка данной группы антиоксидантов в клетках овса снижалась. Можно предположить, что флавоноиды не участвуют в подавлении стресса от музыкального озвучивания. Однако возможно и другое объяснение – в течение эксперимента концентрация флавоноидов снизилась за счет их израсходования на связывание активных форм кислорода.

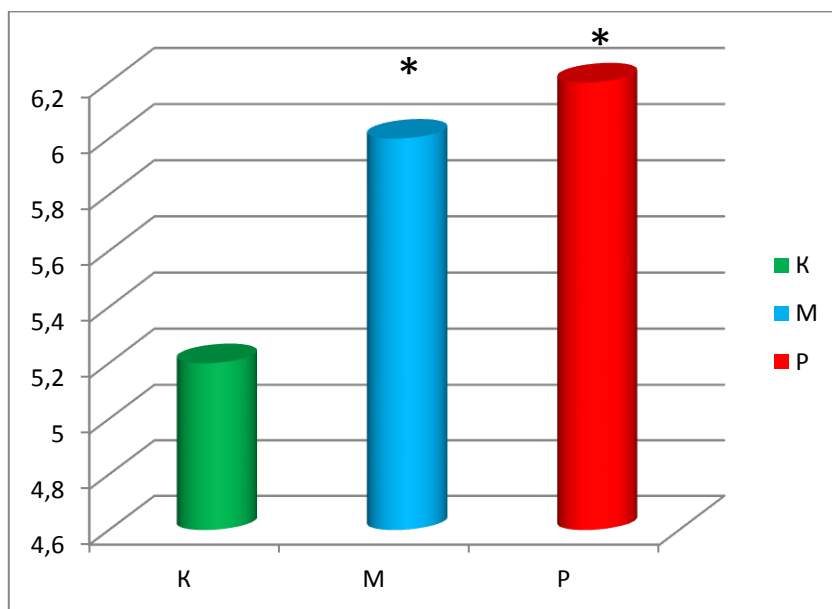


Рис. 2. Концентрация фенолов (мг/100г) в клетках овса

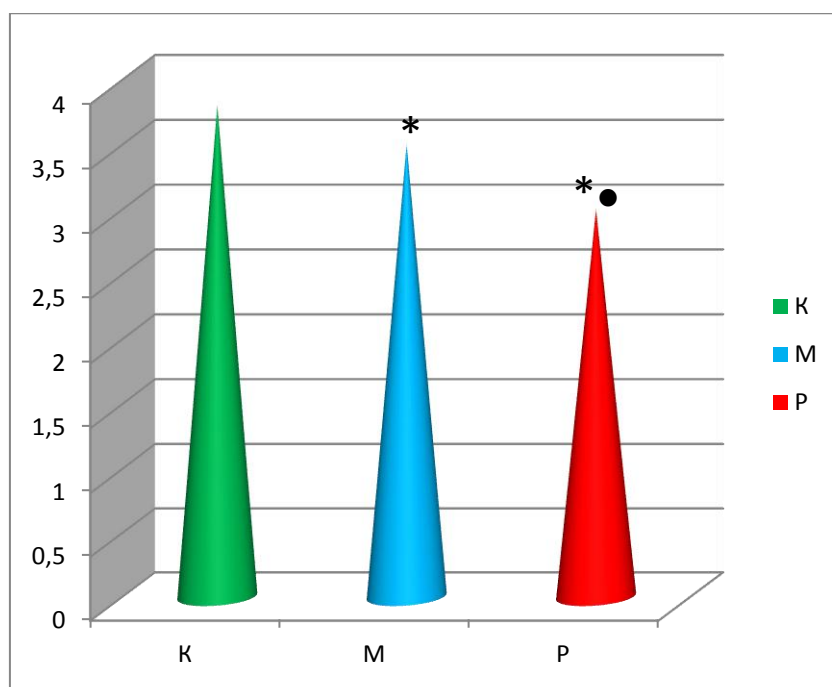


Рис. 3. Концентрация флавоноидов (мг/100г) в клетках овса

Наиболее интересной оказалась ответная реакция по концентрации каротиноидов (рис. 4). При озвучивании овса классической музыкой уровень каротиноидов снижался. Озвучивание рок-музыкой привело к возрастанию концентрации данной защитной системы, что соответствует более высокому уровню продуктов ПОЛ, по сравнению с озвучиванием классической музыкой.

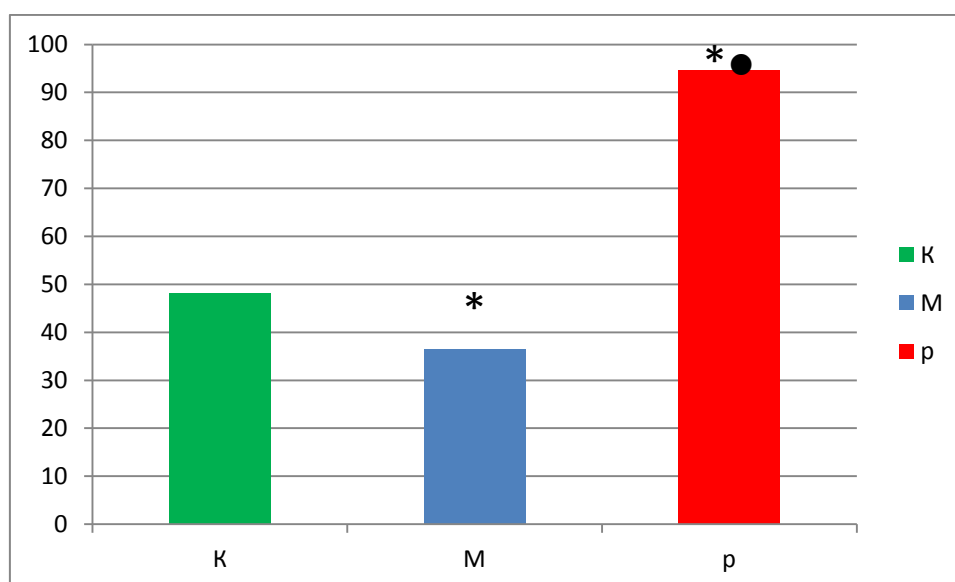


Рис. 4. Концентрация каротиноидов (мг/100г) в клетках овса

Изменение концентрации фенолов происходило в рамках 15-20% в сторону увеличения по сравнению с контролем. Флавоноиды реагировали примерно в этих же пределах: 8-20%, однако в сторону уменьшения. Ответная реакция по концентрации каротиноидов была наиболее чувствительной: снижение на 25% в варианте «М» и почти двукратный рост в варианте «Р». Несмотря на

это, в этом же варианте «Р» сохранялся более высокий уровень повреждений по сравнению с озвучиванием классической музыкой. Вероятно, в варианте «М» к концу эксперимента каротиноиды затрачивались на преодоление стресса, что объясняет уменьшение их концентрации и количества повреждений по сравнению с контролем. В случае с рок-музыкой в клетках овса выработалось большое количество каротиноидов, но остановить свободнорадикальное окисление к концу эксперимента им не удалось, что соответствует более высокому уровню продуктов ПОЛ.

Таким образом, озвучивание семян овса классической и рок музыкой привело к снижению уровня продуктов перекисного окисления липидов, то есть снижению количества повреждений в мембранах клеток. Как следствие, изменялось содержание антиоксидантов: количество фенольных соединений увеличивалось, флавоноидов – снижалось, а каротиноидов – снижалось или увеличивалось в зависимости от варианта эксперимента. В ходе исследования было показано, что для овса наиболее эффективной антиоксидантной защитой в данных условиях являются каротиноиды.

Список литературы

1. Барабой В.А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В.А. Барабой // Успехи современной биологии. – 1991. – Т. 111. – вып. 6. – С.923-932.
2. Никитина В.С. Поиск новых подходов в физиолого-биохимическом исследовании лекарственных растений / В.С. Никитина // Вестник Башкирского университета. – 2001. – № 2. – С.110–113.
3. Осипова Е.С. Активация биохимических механизмов защиты растений при действии нефтяного загрязнения и парааминобензойной кислоты / Е.С. Осипова, Г.А. Петухова, А.Г. Перекупка // Вестник Тюменского государственного университета. № 6/2013. Медико-биологические науки – Тюмень, 2013. – С. 41-47.
4. Петухов А.С. Влияние музыки на ростовые процессы растений [Электронный ресурс] / А.С. Петухов – Режим доступа: http://sci-article.ru/number/01_2014.pdf
5. Половинкина Е.О., Синицына Ю.В. Окислительный стресс и особенности воздействия слабых стрессоров физической природы на перекисный гомеостаз растительной клетки. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 62 с.
6. Рысбаева Г.А. Влияние углеводородов нефти на распространение гетеротрофных, углеводородоксилирующих и азотфиксирующих микроорганизмов / Г.А. Рысбаева, А.У. Исаева // Современные проблемы науки и образования. – 2010. – № 6. (приложение "Биологические науки"). – С.14.
7. Седых В.Н. Реакция культур кедра и пихты на воздействие отходов бурения нефтяных скважин. Дальние последствия / В.Н. Седых, Л.А. Игнатьев // Сибирский экологический журнал. – 2001. – № 3. – С.355-360.
8. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учеб. для студентов с.-х. вузов по агроном. специальностям / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. Н. Новиков. – М.: Колос, 2000. – 640 с.
9. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
10. Фенольные соединения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bitra.ru/erasfenol.htm>
11. Шведова А. А., Полянский Н. Б. Метод определения конечных продуктов перекисного окисления липидов в тканях – флуоресцирующих шиффовых оснований Ис-

следование синтетических и природных антиоксидантов *in vitro* и *in vivo*: сб. науч. статей / Под ред. Бурлаковой Е. Б. – М.: Наука, 1992. – С. 72 –73.

12. Шульгин, И.А., Ничипорович А.А Расчет содержания пигментов с помощью номограмм // Хлорофилл. – Минск: Наука и техника, 1974. – С. 127-136.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ НА РАСТЕНИЯ И ЖИВОТНЫХ

Петухова Г.А.

профессор кафедры экологии и генетики Института биологии
Тюменского государственного университета,
Россия, г. Тюмень

Дмитриева В.В., Дузева В.В., Читаева А.А.

студенты Института биологии Тюменского государственного университета,
Россия, г. Тюмень

В статье приводятся результаты влияния нефтяного загрязнения среды на проростки растений и дрозофилу. Показана разная чувствительность проростков к невысоким концентрациям нефти, зарегистрированы эффекты отдаленного действия нефти у проростков пшеницы, полученных от обработанных родителей.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, проростки растений, дрозофила, выживаемость, плодовитость.

Широкомасштабное загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами остро ставит задачу оценки последствий такого воздействия на животных и растений. Известно, что при высоких концентрациях нефти в среде у организмов проявляются ярко выраженные реакции: снижается выживаемость, плодовитость у животных, всхожесть семян, размеры листьев у корней у растений [1, 2]. Эффекты от действия невысоких концентраций нефти в среде изучены еще не достаточно полно [3]. Особый интерес представляет изучение длительно сохраняющихся эффектов от воздействия нефти: у потомков от родителей, обработанных нефтью, представляет интерес проанализировать последствия от такого воздействия.

Целью работы был анализ показателей жизнедеятельности мух дрозофил и проростков растений при действии нефтяного загрязнения среды.

Исследования на дрозофиле проводили на агарово-дрожжевой среде, в которую добавляли нефть в концентрации 1%. Учитывали в течение 15 дней выживаемость мух в условиях нефтезагрязнения и их плодовитость по количеству вылетевших из нефтезагрязненной среды потомков.

Анализ выживаемости и плодовитости мух (табл. 1 и 2) показал, что изучаемые показатели во все сроки анализа не отличались от показателей мух, содержащихся в условиях чистой питательной среды. Однако утверждать, что нефтяное загрязнение не действует на дрозофил считаем преждевременным. Вероятно, мухи справляются с таким токсикантом, поступающим вместе с пищей в организм. В дальнейшем мы планируем провести ана-

лиз биохимических механизмов ответных реакций мух на нефтяное загрязнение среды.

Таблица 1

Выживаемость дрозофил в при действии питательной среды, загрязненной нефтью

Варианты экс- перимента	Кол-во мух	Выживаемость мух(%) на ... день		
		5	10	15
Самки				
Контроль	100	98,0 ± 1,4	87,0 ±3,4	81,0 ± 3,9
1%	100	97,0 ± 1,7	84,0 ± 3,6	78,0 ± 4,1
Самцы				
Контроль	100	99,0 ± 0,9	87,0 ± 3,4	79,0 ±4,0
1%	100	98,0 ± 0,9	83,0 ± 3,7	76,0 ± 4,2

Для изучения реакции прорастающих семян на нефтяное загрязнение среды в невысоких концентрациях вносили в почву нефть (0,5% и 1%) и анализировали количество взошедших семян в течение 30 дней. Использовали семена растений, входящие в состав смесей, используемых при рекультивации.

Таблица 2

Плодовитость дрозофил в конце эксперимента

Варианты эксперимента	Кол-во самок	Кол-во потомков	Удельная плодовитость
Контроль	100	839	8,39 ± 0,95
Нефть, 1%	100	781	7,81 ± 0,96

Анализ всхожести семян показал, что всхожесть овса во все сроки наблюдения была статистически более низкой по сравнению с уровнем контроля. Более высокая концентрация вызывала более выраженный токсический эффект (табл. 3). У костреца токсичность нефти проявлялась только в последний срок наблюдения при действии 1 % нефти в почве. У клевера всхожесть семян была ниже уровня контроля во все сроки при действии концентрации нефти 1 %.

Таким образом, в проведенном исследовании прорастания семян в условиях нефтяного загрязнения почвы можно утверждать, что максимальную чувствительность проявила овсяница красная, следующими по чувствительности были семена клевера лугового и последними в этом ряду оказались семена костреца безостого.

Наряду с непосредственным влиянием невысоких концентраций нефти на животных и растения, изучали эффекты отдаленного действия, при анализе которых воздействие проводилось несколько поколений назад, а анализируемые потомки, полученные от обработанных предков, не подвергались воздействию. Кратковременному воздействию подвергали семена в течение 2 часов до посева в ходе 5 поколений. Всхожесть семян, предки которых в течение 5 лет подвергались действию водорастворимой фракции нефти (ВРФН) в концентрации 14 мг/л (табл. 4), а затем на протяжении 12 лет воздействие отсутствовало (О1- 5Нефть+ 12Реабилитация) не отличались по всхожести и

выживаемости от растений контрольного варианта, не подвергавшихся обработке.

Таблица 3

Всхожесть семян овсяницы красной в ходе эксперимента

Вариант эксперимента	Количество семян	Всхожесть семян (%) на ... день		
		10	20	30
Овсяница красная (<i>Festuca rubra</i>)				
Контроль	100	47.0 ± 4,99	50.0 ± 5,00	48.0 ± 4,99
Нефть, 0.5%	100	21.0 ± 4,03*	29.0 ± 4,58*	26.0 ± 4,36*
Нефть, 1.0%	100	8.0 ± 2,73*■	17.0 ± 3,78*■	13.0 ± 3,33*■
Кострец безостый (<i>Brōmus inērmis</i>)				
Контроль	100	42.0 ± 4,93	47.0 ± 4,99	46.0 ± 4,98
Нефть, 0.5%	100	45.0 ± 4,97	49.0 ± 4,99	45.0 ± 4,97
Нефть, 1.0%	100	35.0 ± 4,77	36.0 ± 4,80■	34.0 ± 4,77*
Клевер луговой (<i>Trifolium pratēse</i>)				
Контроль	100	50.0 ± 5,00	51.0 ± 4,99	50.0 ± 5,00
Нефть, 0.5%	100	64.0 ± 4,80*	64.0 ± 4,80	62.0 ± 4,85
Нефть, 1.0%	100	70.0 ± 4.58 *	70.0 ± 4.53*	67.0 ± 3.33*

*- статистически достоверные различия между контролем и вариантом опыта (при P >0,95)

■ - статистически достоверные различия между вариантами эксперимента (при P >0,95)

Таблица 4

Всхожесть и выживаемость проростков пшеницы

Вариант экспери- мента	Кол. семян (шт.)	Изменение показателей на... день, %				
		Всхожесть	Выживаемость			
			3	5	10	15
Контроль	100	94±2,37	100	94,68±2,71	91,49±2,87	91,49±2,87
O1 (5H +12P)	100	97±1,7	100	92,78±2,62	87,63±3,34	87,63±3,34
O2(H+2P)	100	97±1,7	100	88.66±3.22	79,38±4,11*	78.35±4,18*

У растений обработанных однократно, а затем в течение 2 лет необрабатываемых (O2- Нефть +2 Реабилитация) выживаемость была ниже контрольного уровня в ряде сроков почти на 20%, что свидетельствует о наличии эффектов последствия нефти у растений.

При учете морфометрических показателей у проростков пшеницы (табл. 5) было показано, что ЭОД нефти проявляется спустя 12 лет после 5-ти кратной обработки при учете длины корней: их размеры были больше, чем в контроле. Спустя 2 года после однократного действия нефти на семена (O5) эффект отдаленного действия проявляется при учете большинства проанализированных показателей: количество и длина корней были больше, а длина стебля – меньше уровня контроля. Полученные в эксперименте результаты свидетельствуют о длительном сохранении эффектов от нефтяного воздействия на растения.

Морфометрические показатели проростков пшеницы в конце эксперимента

Вариант эксперимента	Количество корней (шт.)	Длина Корней (см.)	Длина листа (см.)	Длина стебля (см.)
Контроль	4,7±0,15	14,0±0,45	17,5±1,59	6,0±0,26
O1(H 5P+12)	4,4± 0,13	17,6±0,35*	17,7±0,29	6,1±0,14
O5(H+2)	5,2±0,08*	15,8±0,28*■	16,4±0,31	5,4±0,14*

Выводы

1. Содержание дрожифил на питательной среде с 1% нефтяным загрязнением не влияет на их выживаемость и плодовитость.

2. Проростки растений чувствительны к нефтяному загрязнению почвы в концентрации 0,5% и 1%. По степени убывания чувствительности они расположились в следующем ряду: овсяница красная > клевер луговой > кострец безостый.

3. Нефтяное загрязнение сохраняет свое влияние и через длительный период после обработки – регистрируется ЭОД нефти, который проявляется в снижении выживаемости проростков и отклонении их морфометрических показателей от контрольных значений.

Список литературы

1. Волкова С.Ю., Токсикологическая опасность нефтяного загрязнения среды для растительных и животных организмов / С.Ю.Волкова, В.В. Ануфриева, Т.Н. Афанасьева, Г.А. Петухова // Науки о человеке: сборник статей молодых ученых и специалистов. – Томск, СГМУ. – 2002. – 254 с.
2. Вавер В.И. Причины и следствия нефтяных разливов / Междурайонный камитет охраны природы и природных ресурсов, г. Нижневартовск, 2011г. – С.158.
3. Петухова Г.А. Механизмы устойчивости организмов к нефтяному загрязнению среды / Г.А. Петухова. – Тюмень, 2008. – 182 с.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПОЧВАХ ТОМСКОГО РАЙОНА

Полякова Ю.А.

студентка кафедры радиоэлектронных технологий и экологического
мониторинга Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск

Залялетдинова К.Ф.

студентка кафедры радиоэлектронных технологий и экологического
мониторинга Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники,
Россия, г. Томск

В статье сезонная динамика раковинных амёб рассматривается в качестве одного из приоритетных факторов биоразнообразия почвенных беспозвоночных. Биоразнообра-

зие позволяет оценивать абиотические и биотические изменения в экосистеме, что является основой поддержания или улучшения состояния окружающей среды.

Ключевые слова: раковинные амёбы, серые лесные почвы, торфяные почвы, биоиндикаторы.

Раковинные амёбы (Testacea) – это отряд, отличающийся от амёб защитной раковиной, одевающей тело. Распространены в пресных водах, встречаются преимущественно среди прибрежной растительности, на дне вблизи берега. Значительное их число видов живёт в торфяных болотах [1]. Раковинные амёбы являются неотъемлемыми компонентами почвенных биоценозов. Они используются как индикаторы физических и химических свойств почв [2].

Цель настоящего исследования – изучение видового разнообразия сообщества раковинных амёб в светло-серых лесных и торфянисто-подзолистых глеевых песчаных почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются почвенные простейшие – раковинные амёбы. Пробы отбирались в 2014 г. с мая по октябрь в светло-серых лесных и торфянисто-подзолистых глеевых песчаных почвах Томского района с равными интервалами.

Образцы отбирали в торфянисто-подзолистых глеевых песчаных почвах, в сфагновом болоте, расположенном к югу-западу от г. Томск. Основные лесообразующее породу – сосна (*Pinus sylvestris* L.) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* L.). Образцы светло-серые лесные почвы обирали в лесной зоне широколиственных к северо-востоку от г. Томска. Основные лесообразующее породу – береза пушистая (*Betula pubescens* L.), ель обыкновенный (*Picea abies* L.).

Описание почв приведено в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели почвы

Тип почвы	pH	Влажность полевая, %
Светло-серые лесные	7,01	15
Торфянисто-подзолистые глеевые песчаные	4,1	19,3

Учет раковинных амёб осуществлялся прямым микропированием почвенной суспензии [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследуемых биотопах было обнаружено 23 вида из 8 семейств раковинных амёб (табл. 2). Анализ фауны раковинных амёб показал, что 6 видов (*Arcella catinus*, *Centropyxis aerophila*, *Centropyxis platystoma*, *Diffugia lucida*, *Phryganella acropoda*, *Corythion dubium*) присутствовали во всех пробах исследуемых типов почв с мая по октябрь 2014 года, встречаемость других ви-

дов раковинных амёб неравномерно распределена. Для светло-серых лесных почв наиболее встречаемыми были следующие виды амёб: *Arcella catinus*, *Centropyxis playstoma*, *Phryganella acropoda*. В торфянисто-подзолистых глеевых почвах следующие доминирующие виды: *Arcella catinus*, *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis constricta*, *Centropyxis playstoma*, *Centropyxis spinosa*).

Наибольшее альфа-разнообразие представлено в торфянисто-подзолистых глеевых песчаных почвах в летне-осенний период – 22 и 21 видов, в результате 95,6% и 93,3% от общего числа видов, и 19 видов в весенний период, или 82,6%. В светло-серых лесных почвах в летне-осенний период – 21 и 19 видов, или 93,3% и 82,6%, и весенний период – 16 видов, или 69,56%.

Таблица 2

Видовой состав и обилие видов раковинных амёб в светло-серых лесных и торфянисто-подзолистых глеевых песчаных почвах

Виды амёб	Тип почвы					
	Светло-серые лесные почвы			Торфянисто-подзолистые глеевые песчаные почвы		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
<i>Arcella arenaria</i>	-	-	+	-	-	+
<i>Arcella catinus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis aculeata</i>	-	+	-	-	+	+
<i>Centropyxis aerophila</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis constricta</i>	-	-	+	+	+	+
<i>Centropyxis platystoma</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Centropyxis spinosa</i>	-	+	+	-	+	+
<i>Centropyxis sylvatica</i>	-	+	-	+	+	-
<i>Cyclopyxis kahli</i>	+	-	+	+	-	+
<i>Hyalosphenia papilio</i>	-	+	+	-	+	+
<i>Nebela tinctoria</i>	+	-	+	+	-	+
<i>Padaungiella lageniformis</i>	+	+	-	+	+	-
<i>Diffflugia bacillifera</i>	-	+	-	-	+	-
<i>Diffflugia globulosa</i>	-	+	+	-	+	+
<i>Diffflugia leidy</i>	-	+	+	-	+	+
<i>Diffflugia lucida</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Phryganella acropodia</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptodiffflugia oviformis</i>	-	-	+	-	-	+
<i>Assulina seminulum</i>	-	+	+	-	+	+
<i>Euglyphis strigosa</i>	-	-	+	-	-	+
<i>Corythion dubium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Trinema lineare</i>	+	-	-	+	-	+
<i>Pseudodiffflugia gracilis</i>	-	-	-	+	-	-

Из анализа данных, представленных в табл. 2, следует, что наибольшее видовое разнообразие в торфянисто-подзолистых глеевых песчаных почвах, обладающие наиболее оптимальными условиями по влажности и более кислой средой. Наименьшее количество видов раковинных амёб встречается в

почвах светло-серых лесных почвах с низким уровнем влажности и более щелочной средой. Таким образом, на распределение простейших в разных типах почв оказывают влияние влажность, и кислотность среды.

Список литературы

1. Шарова, И.Х. Зоология беспозвоночных [Электронный ресурс] / И.Х. Шарова. – Режим доступа: <http://medbiol.ru/medbiol/dog/000f4b7e.html>
2. Гельцер, Ю.Г. Почвенные простейшие как тест для изучения биологически активных веществ / Ю.Г. Гельцер. Вестн. Московского университета. Сер. Биол. и почвовед. – 1967. – №2. – С. 31- 39.
3. Гельцер, Ю.Г. Почвенные раковинные амебы и методы их изучения. Г.А. Корганова, Д.А. Алексеев. М.: Изд-во МГУ, 1985. 79 с.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ САМЦОВ И СПЕРМАТОГЕНЕЗА ГРИБНЫХ КОМАРОВ (DIPTERA, SCIAROIDEA)

Субботина Е.Ю.

доцент кафедры зоологии беспозвоночных
Томского государственного университета, канд. биол. наук,
Россия, г. Томск

Максимова Ю.В.

доцент кафедры зоологии беспозвоночных
Томского государственного университета, канд. биол. наук,
Россия, г. Томск

В статье рассматриваются предварительные результаты по изучению половой системы самцов грибных комаров и строения сперматозоидов. Описаны особенности морфологии половой системы. Выявлены отличия как в строении половой системы у представителей разных таксонов, так и в строении сперматозоидов.

Ключевые слова: Diptera, Sciaroidea, половая система, сперматогенез, овогенез, сезонная динамика.

Данное сообщение – это первая попытка изучения особенностей сперматогенеза сциароидных двукрылых – типичных лесных насекомых, личинки которых преимущественно мицетофаги, в массе развивающиеся в плодовых телах высших базидиальных грибов. В настоящее время интенсивно изучается фауна и ряд вопросов экологии Sciaroidea [1, 2, 5, 6]. В то же время биология грибных комаров пока практически не изучена.

При изучении сезонной динамики фауны грибных комаров ранее нами проводились исследования потенциальной плодовитости и вероятных сроков яйцекладки самок Mycetophilidae с изучением структуры яичников [3, 4]. Яичники мицетофилид имеют в общем типичное для двукрылых строение: парные мероистические яичники состоят из яйцевых трубочек, в которых

развивается в среднем от 20 до 200 яиц в зависимости от вида. В самом начале сезона яичники большинства отловленных в природе самок находятся на начальных стадиях созревания. Максимальная потенциальная плодовитость наблюдается в середине и в конце сезона, то есть предположительно коррелирует с появлением плодовых тел базидиальных грибов.

Для понимания механизмов оплодотворения и развития грибных комаров возникла необходимость исследования самцов. В начале сезона 2014 года самцов выборочно вскрывали в капле физраствора, извлекали половую систему, из спермы готовили мазки, которые окрашивали по Романовскому-Гимза.

Строение половой системы самцов типично для двукрылых, хотя и несколько отличается от известных форм [7, с. 721]. Половая система образована парными семенниками округлой или овальной формы, от которых отходят короткие семяпроводы, которые достаточно часто значительно расширены по всей длине (рис. 1 А, 1 Б). В семяпроводы впадают парные придаточные железы, которые имеют шарообразную форму, плотную структуру и лежат близко друг другу. Протоки половой системы впадают в длинный непарный семяизвергательный канал.

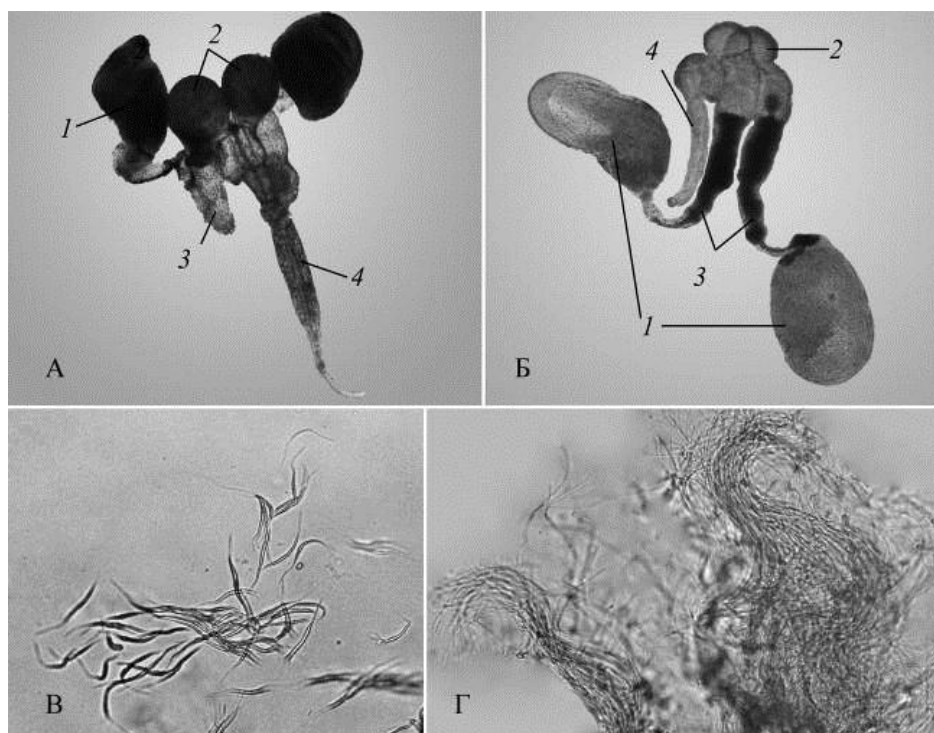


Рис. 1. Строение половой системы самцов (А, Б) и сперматозоиды (В, Г) Sciarioidea. А – половая система первого типа, Б – половая система второго типа, В – *Diadocidia* sp., Г – *Mucetophila* sp.

1. семенники, 2. придаточные железы, 3. семяпроводы, 4. семяизвергательный канал

На данном этапе исследования выявлено два типа строения половой системы самцов у разных родов: с незначительно развитыми семенниками практически сравнимыми по размеру с придаточными железами (рис. 1 А) и с сильно развитыми семенниками в несколько раз превышающими по разме-

ру придаточные железы (рис. 1 Б). Развитие по первому типу нами отмечено для представителей рода *Mycetophila*. В то же время среди представителей этого рода встречались и особи с очень крупными семенниками, занимающими не менее трети брюшка. Вероятно, отличия в размерах семенников могут быть связаны не только с анатомическими особенностями представителей разных таксонов, но и с разными этапами созревания спермиев в течение жизненного цикла.

Это подтверждается и данными светооптической оценки сперматозоидов. В первом случае в семенниках всегда присутствовало огромное количество зрелых спермиев, тогда как во втором – спермии или отсутствовали вообще, или присутствовали как зрелые, так и незрелые спермии. Причём появление большого количества зрелых спермиев в семенниках характерно для сборов за май-июнь, тогда как в апреле семенники были практически пустые.

Обнаружены отличия в морфологии сперматозоидов. У представителей разных родов семейства *Mycetophilidae* клетки длинные нитевидные (рис. 1 В). У *Diadocidiidae* сперматозоиды более короткие, четко дифференцированы на расширенное тело клетки и жгутик (рис. 1 Г). Поскольку в систематическом плане эти семейства достаточно далеко отстоят друг от друга, возможно, морфология сперматозоидов может служить ещё одним критерием оценки филогенетических отношений внутри надсемейства.

Список литературы

1. Максимова Ю.В., Субботина Е.Ю. Новые виды *Mycetophila* Meig. (Diptera, *Mycetophilidae*) из Западной Сибири // Евразийский энтомологический журнал, 2010, Т. 9, вып. 4. – С. 668–670.
2. Субботина Е.Ю. Влияние микроклиматических условий на характер размещения на местности грибных комаров (Diptera, *Sciaroidea*, excl. *Sciaridae*) // Вестник Томского государственного университета. – № 339. – 2010. – С. 178–181.
3. Субботина Е.Ю. Сезонные изменения потенциальной плодовитости грибных комаров (Diptera, *Mycetophilidae*) // Экология, эволюция и систематика животных. Мат. Всероссийской конф. с международным участием. – Рязань: НП «Голос губернии», 2009. – С. 137–138.
4. Субботина Е.Ю. Стадии развития яичников и сезонные изменения потенциальной плодовитости грибных комаров рода *Mycetophila* Meig. (Diptera, *Sciaroidea*) // Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук. Мат. междунар. научно-практической конф., Петропавловск, 2012. – С. 277–281.
5. Субботина Е.Ю. Фауна грибных комаров (Diptera: *Bolitophilidae*, *Keroplatidae*, *Mycetophilidae*) подтаежной зоны Западной Сибири // Евразийский энтомологический журнал. 2014, Т. 13, вып. 1. – С. 47–58.
6. Субботина Е.Ю., Максимова Ю.В. Новые и малоизвестные виды грибных комаров (Diptera, *Mycetophilidae*) из Западной Сибири // Евразийский энтомологический журнал, 2011, Т. 10, вып. 2. – С. 213–216.
7. Шванвич Б.Н. Курс общей энтомологии. – Москва, 1949. – 900 с.

ВЛИЯНИЕ КОЛЛОИДНОГО НАНОСЕРЕБРА НА ПРЕСНОВОДНЫЕ И МОРСКИЕ ПЛАНКТОННЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Тригуб А.Г.

инженер лаборатории эколого-токсикологических исследований Федерального государственного унитарного предприятия Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Россия, г. Москва

В работе дан краткий литературный обзор использования наночастиц серебра в различных сферах деятельности человека, пути попадания наночастиц в окружающую среду и проникновения в клетки организмов. Приведены результаты автора, полученные при исследовании различных концентраций наносеребра методом биотестирования на выживаемость стандартных пресноводных и морских фито- и зоопланктонных тест-организмов. Методами электронной и световой микроскопии исследованы возможные пути попадания и локализации серебра в тест-организмах.

Ключевые слова: коллоидное серебро, наночастицы серебра, водная токсикология, тест-организмы, токсичность, гидробионты, методы электронной микроскопии, нанотехнологии.

Индустрия наноматериалов это постоянно расширяющаяся область науки и производства, которая стремительно порождает новые направления развития биологии, физики и химии, обещает вторую промышленную, или даже биологическую, революцию. При этом, появляются новые источники активного выделения наночастиц в окружающую среду, что в свою очередь создает новые риски для проникновения, взаимодействия и воздействия наноматериалов на все объекты окружающей среды, включая человека [3].

Уже сейчас объем промышленного производства наноматериалов в развитых странах достигает нескольких тысяч тонн в год. Наносеребро в настоящее время является одним из часто используемых наноматериалов в потребительских товарах. [17].

В санитарных нормах России – СанПиН 2.1.4.559-96 «Вода питьевая» – иону серебра присвоен класс опасности 2, т.е. «высоко опасное вещество». Таким образом, Госсанэпиднадзор официально постановил, что серебро стоит в одном ряду со свинцом, кобальтом, кадмием, мышьяком, цианидами и другими общепризнанными ядовитыми веществами, имеющими такой же класс опасности и близкие уровни допустимой концентрации.

Компоненты наноматериалов – наночастицы, нанопленки и нановолокна могут попадать в окружающую среду разными путями на протяжении всего цикла их получения, обработки, перевозки, использования и утилизации продукции. Даже если они применяются в виде компонентов компактных материалов, возможны их утечки (потери при синтезе, переработке, хранении) или выход в результате износа в период использования. Наконец, попадая в мусор в составе других материалов и устройств, они могут загрязнять окру-

жающую среду, как при переработке отходов, так и при их сжигании или естественных процессах распада при хранении [1].

В связи с этим для управления рисками, связанными с производством и оборотом продукции, содержащей наноматериалы, необходимо уже на стадии их разработки проводить комплексные исследования по оценке степени вредного влияния новых нанопродуктов. В ряде стран Европейского союза и США разрабатываются соответствующие нормативные и методические документы, направленные на оценку безопасности производства и использования продуктов нанотехнологий [3].

Однако до сих пор нет ни систематических исследований о природе токсичности и канцерогенности наночастиц, ни сертифицированных технологий определения, типа токсичности, ни соответствующих санитарных и гигиенических норм использования наноматериалов [3].

Производимые наночастицы и наноматериалы обладают уникальными физическими и химическими свойствами, благодаря своим размерам. Эти свойства необходимо изучать не только со стороны практического применения, но и со стороны воздействия таких форм на окружающую среду [13].

Коллоидное и кластерное серебро – первыми представителями коллоидного серебра стали колларгол и протаргол. Это препараты высокодисперсных коллоидных частиц металлического или частично окисленного серебра, стабилизированные гидролизатами белков: казеина, альбумина, желатина [8].

Существует множество путей проникновения наночастиц в клетки.

Первый путь – наночастицы серебра адсорбируются на мембране клеток, затем ионы серебра высвобождаются из коллоидов, проникают внутрь клетки. Второй путь – наночастицы серебра, без каких-либо изменений проникают через мембрану клетки внутрь (интернализация). Третий путь – наночастицы серебра высвобождают во внешнюю среду ионы серебра, которые в свою очередь проникают беспрепятственно во внутреннюю среду клетки. Четвертый путь – когда внутрь клетки попадают свободные формы ионов серебра из среды.

Некоторые наночастицы могут попадать и очень долгое время находиться в клетках различного уровня организации, эффективно перемещаясь по пищевым цепям [10].

Обобщая имеющиеся литературные данные [3], следует обратить внимание на два факта: во-первых, в большинстве проведенных исследований указывается на то, что определяющим в токсичности наноматериалов является развитие окислительного стресса и повреждения ДНК, что может приводить к воспалительной реакции, апоптозу и некрозу клетки. Во-вторых, принципиально важной характеристикой, которую следует учитывать при оценке возможного токсического действия наноматериалов, является их нерастворимость в воде и биологических средах.

Исследование сравнительной чувствительности к наносеребру и ионному серебру трех видов дафний: *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, и *Daphnia galeata* показало [16], что ионное серебро в 10-100 раз токсичнее коллоидного наносеребра. Из чего можно сделать вывод, что при попадании наночастиц

серебра в воду, а затем в организм какого-либо тест-организма, основное токсическое действие, скорее всего, вызывают ионные формы серебра, образующиеся при выщелачивании частиц наносеребра. Также было показано, что в присутствии коллоидного серебра за 48 часов образовывалось 2% ионных форм, что говорит о том, что даже такого количества достаточно для проявления токсического, а зачастую и летального эффекта.

На *Daphnia magna* и *Oryzias latipes* было проведено исследование, заключающееся в том, чтобы определить, являются ли наночастицы серебра токсичными, либо их токсичность обусловлена присутствием ионов серебра [11]. В результате было показано, что наночастицы серебра не вызывают токсического эффекта в отсутствие ионов серебра.

Известно, что ионы серебра способны нарушать транспорт азота, фосфора и серы у нитрифицирующих бактерий [15]. Кроме того ионы серебра могут блокировать транскрипцию РНК и ингибировать как синтез АТФ, так и дыхание бактерий [12]. Ионы серебра также обладают как фунгицидными, так и альгицидными свойствами [15].

Цель работы

Определить особенности действия коллоидного наносеребра на стандартные тест-объекты – планктонные организмы *Daphnia magna* Straus и *Scenedesmus quadricauda* (Thurp.) Breb., как представителей пресноводного зоо- и фитопланктона; на *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) и *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin, 1897), как представителей морского зоо- и фитопланктона. Провести сравнительную оценку чувствительности при воздействии коллоидного серебра на гидробионтов разных систематических групп и сред обитания. Методами электронной и световой микроскопии исследовать возможные пути попадания коллоидного серебра в тест-организмы.

Материалы и методы исследования

В работе использовали в качестве токсиканта биологически активную добавку (БАД) наночастиц серебра фирмы Silver Max, где размер частиц серебра составляет от 17 до 40 нм.

Для исследования токсического действия наносеребра на пресноводные организмы использовали ветвистоусого рачка *Daphnia magna* (Straus) и хлорококковую ценобиальную водоросль *Scenedesmus quadricauda* (Thurp.) Breb., культивируемые в лабораторных условиях соответственно на биологизированной отстоянной водопроводной воде и среде Успенского №1 [9]. В качестве морских тест-объектов использовали жаброногого рачка *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), культивируемого на искусственной морской воде соленостью 20‰ и диатомовую одноклеточную водоросль *Phaeodactylum tricornutum* (Bohlin, 1897), культивируемую на среде Гольдберга (модификация Кабановой) соленостью 20‰ [9].

Постановка острых и хронических экспериментов

Постановка и проведение экспериментов проводилась согласно руководству по биотестированию «Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов» [9].

Подготовка препаратов для сканирующей электронной микроскопии

1. *Daphnia magna* – подготовка препаратов проводилась на односуточной молодежи рачков. Сначала рачков погружали в воду с коллоидным серебром, концентрация которого составляла 2 мг/л. После 100% гибели рачков, как правило, это случалось уже через 40 минут, молодь последовательно помещалась в 40° затем 60° и 90° спирт, каждая проводка занимала 20 минут. После чего спирт заменяли ацетоном из расчета спирт/ацетон 3:1; 1:1; 1:3 и чистый ацетон также по 20 минут. После обработки образца его высушивали в критической точке (сублимация) для CO₂ – t=31°C, p=73,8 bar. Далее высушенных рачков приклеивали на металлический столик скотчем. Чтобы рачки были видны в потоке электронов, их напыляли смесью Au-Pd (золото-палладий). Препараты анализировали на сканирующем электронном микроскопе CAM SCAN и SCAN JSM.

2. *Scenedesmus quadricauda* – зеленые пресноводные водоросли брали для эксперимента в логарифмической стадии роста (4-5 сутки), добавляли коллоидное серебро в концентрации 2 мг/л. По прошествии 2-3 суток водоросли концентрировали на центрифуге при 600-900 оборотов в минуту и сконцентрированную суспензию капали на покровное стекло. Далее ожидали полного высыхания препарата под лампой накаливания, но можно высушивать и на воздухе. Далее покровное стекло с высушенной каплей приклеивали на металлический столик и напыляли смесью Au-Pd (золото-палладий). Препараты анализировали на сканирующем электронном микроскопе CAM SCAN и SCAN JSM.

3. *Phaeodactylum tricornutum* – диатомовые морские водоросли также брали на стадии логарифмического роста (3-4 сутки), добавлялось коллоидное серебро в концентрации 2 мг/л. После трех суток экспозиции в люминистате водоросли центрифугировали при 600 – 900 оборотах в минуту.

Далее фиксировали в глутаровом альдегиде с фосфатным буфером из расчета 1:9 в течение 30 минут. После чего водоросли опять осаждали и заливали фосфатным буфером pH 7,2-7,4.

Затем проводили стандартную последовательную проводку сначала в спирте различной крепости: 40°; 60°; 90°, затем в ацетоне 3:1; 1:1; 1:3 и чистом ацетоне. Каждая стадия проводки должна длиться по 15 минут. Затем суспензию водорослей с ацетоном капали на покровное стекло, высушивали на воздухе, приклеивали на металлический столик и напыляли смесью Au-Pd. Препараты анализировали на сканирующем электронном микроскопе CAM SCAN и SCAN JSM.

Подготовка препаратов для просвечивающей электронной микроскопии. Для зеленых и диатомовых водорослей была использована одна и та же методика [2], но с небольшими изменениями.

Так же как и для сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), водоросли брали на логарифмической стадии роста, концентрация коллоидного серебра составила 2 мг/л. Такая концентрация была выбрана из расчета чувствительности всех используемых в данной работе тест-объектов к данной концентрации коллоидного серебра.

Водоросли фиксировали в глютаровом альдегиде с фосфатным буфером в соотношении 1:9, с добавлением 5% DMSO. Водоросли с фиксатором оставляли на ночь. Далее отмыли от фиксатора тем же буфером и добавили 1% четырех окись осмия с буфером и опять оставили на ночь. После чего отмыли клетки от осмия буфером и провели обезвоживание в 30°; 70°; 90° и 100° спирте по 15 минут. Затем полученный осадок залили в 1% агарозу. Далее обезвоженный материал пропитывали в трех смесях эпоксидной смолы с ацетоном из соотношения смола/ацетон 1:3; 1:1; 3:1 по 2 часа в каждой смеси. После чего полученный материал полимеризовали 24 часа при температуре 37°C и 48 часов при температуре 60°C (получали твердый блок).

Для получения ультратонких срезов препарата блок помещали в держатель, затачивали под форму пирамидки. Ультратонкие срезы 60-80 нм изготавливали на ультрамикротоме LKB II и помещали на медные сеточки. Далее сеточки окрашивали в 1,5% растворе уранилацетата 40 минут в темноте и 10 минут цитратом свинца по Рейнольдсу в темноте в присутствии гидроксида натрия при 37°C.

Готовые срезы препарата анализировали с помощью трансмиссионного электронного микроскопа JEM-1011 (JEOL) с цифровой фотокамерой GATAN ES500W, работающей под управлением программы Digital Micrograph фирмы GATAN и пленочного трансмиссионного электронного микроскопа JEM-100B (JEOL).

Результаты исследований

Действие коллоидного серебра на *Daphnia magna*. По результатам наблюдений выживаемости дафний при концентрациях коллоидного серебра 5×10^{-4} и 5×10^{-5} мг/л в хроническом эксперименте был построен график (рис. 1), на котором видно, что в концентрациях 5×10^{-4} и 5×10^{-5} мг/л серебра, на момент окончания наблюдений количество выживших особей не отличается от контроля, что свидетельствует об отсутствии воздействия серебра на выживаемость дафний в данных концентрациях.

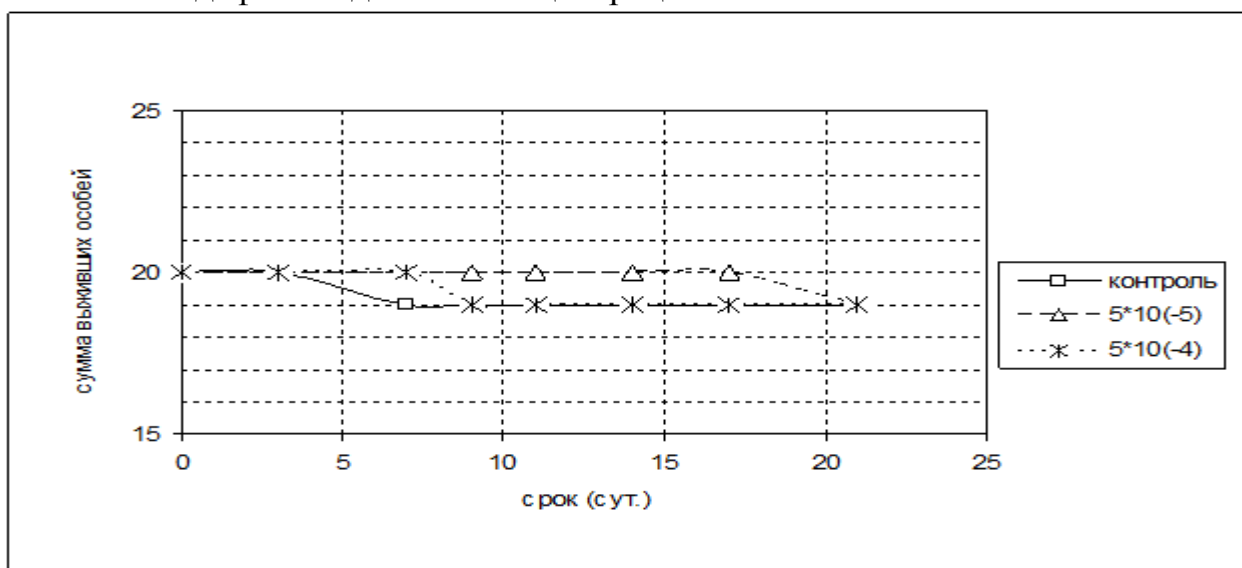


Рис. 1. Влияние коллоидного серебра на выживаемость дафний в хроническом эксперименте в концентрациях 5×10^{-4} и 5×10^{-5} мг/л

Для оценки токсического воздействия коллоидного серебра на дафний учитывали их суммарную плодовитость за сутки на одну самку. Было установлено, что достоверного влияния наночастиц серебра на плодовитость дафний в хроническом опыте не обнаружено. На 17 сутки эксперимента (табл.) отличия в плодовитости были близки к достоверным ($T_{st} = 2,44$ при $T_{крит} = 2,45$), что свидетельствует о возможной тенденции увеличения плодовитости дафний при воздействии коллоидного серебра.

Таблица

**Изменение суммарной плодовитости на 1 самку дафний
при воздействии концентрации $Ag\ 5 \times 10^{-4}$ мг/л**

Сутки	Ср. кол-во. мо- лоди	дов. инт.	% от контр.	td
7	9,3	0,9	99,6	0,1
9	26,0	1,2	110,6	1,1
11	31,9	1,6	105,1	1,3
14	58,2	8,3	110,8	1,1
17	76,3	7,7	115,7	2,4
21	85,6	8,1	109,7	1,2

Для оценки токсичности коллоидного серебра в исследуемых концентрациях (5×10^{-4} и 5×10^{-5} мг/л) оценивали размер самок. По полученным данным можно заключить, что размеры рачков в опыте не отличались от контроля.

Действие коллоидного серебра на *Scenedesmus quadricauda*. Данные по влиянию коллоидного серебра в исследуемых концентрациях 0,01; 0,1 и 1,0 мг/л на культуру *Scenedesmus quadricauda* выявлено, что концентрации 0,1 и 1,0 мг/л оказывали достоверное ингибирование роста численности клеток на протяжении всего эксперимента. А концентрация 0,01 мг/л на 23 сутки оказывала достоверное стимулирующее влияние на 18% по сравнению с контролем. В остальные сроки наблюдения отличия от контроля были не достоверны. При концентрациях 0,1 и 1,0 мг/л наблюдался альгостатический эффект (торможение деления клеток): численность клеток изменялась при концентрации 0,1 мг/л в пределах от 3,70 до 5,78, а при концентрации 1,0 мг/л от 3,17 до 5,57 10^4 кл/мл, что хорошо видно на рисунке 2. Данные, представленные на рисунке 3, показывают альгостатический эффект при концентрациях 0,1 и 1,0 мг/л после 10 суток. При меньшей концентрации – 0,01 мг/л наблюдается ответная реакция водорослей в виде бимодальной зависимости. Такая зависимость наблюдается при воздействии среднетоксичных концентраций различных токсикантов [6].

Выборочные просмотры физиологического состояния клеток под люминесцентным микроскопом показали, что большая часть клеток при концентрациях 0,1 и 1,0 мг/л светились бледно-оранжевым цветом, что свидетельствует об угнетенном состоянии культуры водорослей в присутствии коллоидного серебра [5].

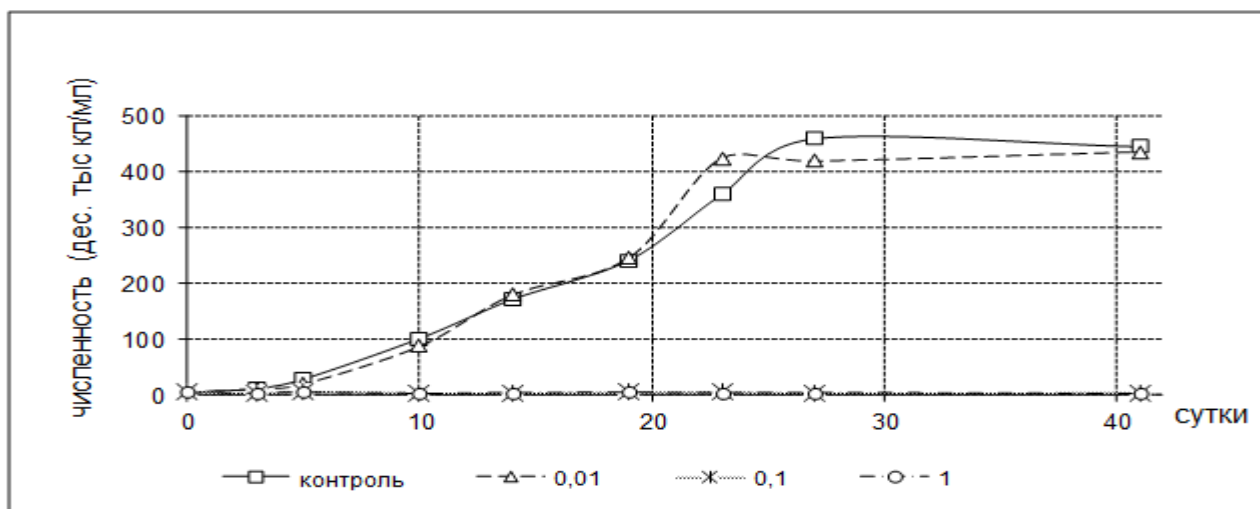


Рис. 2. Изменение численности *Scenedesmus quadricauda* при различных концентрациях коллоидного серебра. Концентрации приведены в мг/л.

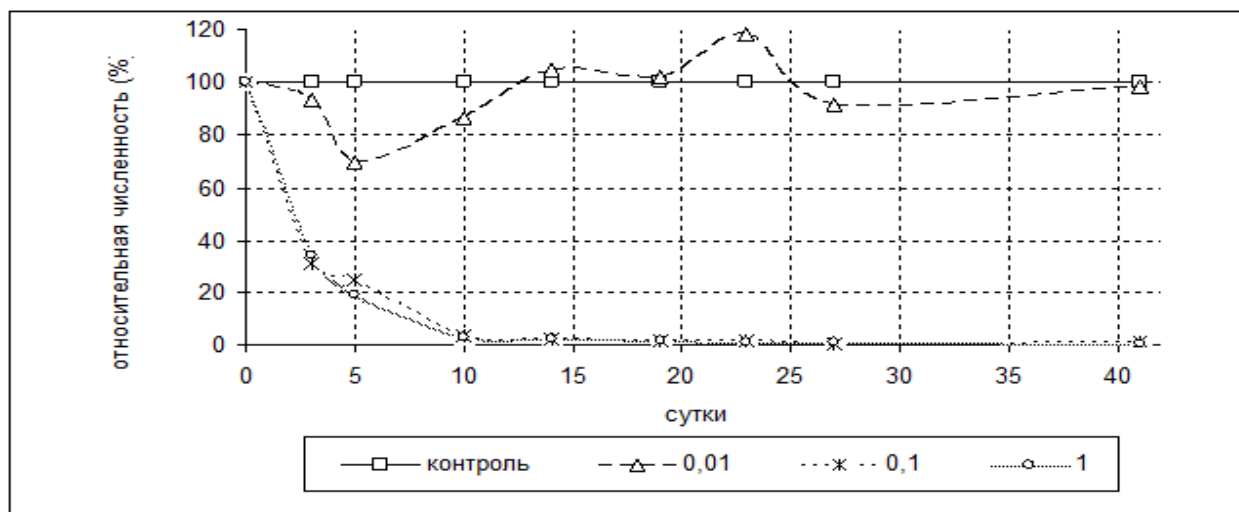


Рис. 3. Изменение численности *Scenedesmus quadricauda* при различных концентрациях коллоидного серебра по отношению к контролю. Концентрации приведены в мг/л.

Результаты экспериментов по влиянию коллоидного серебра на *Sc. quadricauda* позволяют заключить, что при концентрации серебра 0,1 и 1,0 мг/л наблюдается ингибирующий эффект с последующей гибелью клеток водорослей (начиная с 10 суток).

Действие коллоидного серебра на *Artemia salina*. Как видно из рисунка 4 лишь максимально возможная концентрация в 3 мг/л наносеребра привела на вторые сутки к гибели 12% рачков, на третьи сутки – 59% и на четвертые – к гибели 92% рачков. Результаты отчетливо показывают высокую устойчивость к данному токсиканту науплиусов *A. salina*, что можно объяснить не только буферностью морской воды, но и тем, что науплиусы начинают активно питаться с 3 – 4 суток. В нашем случае они стали активно питаться с третьих суток эксперимента.

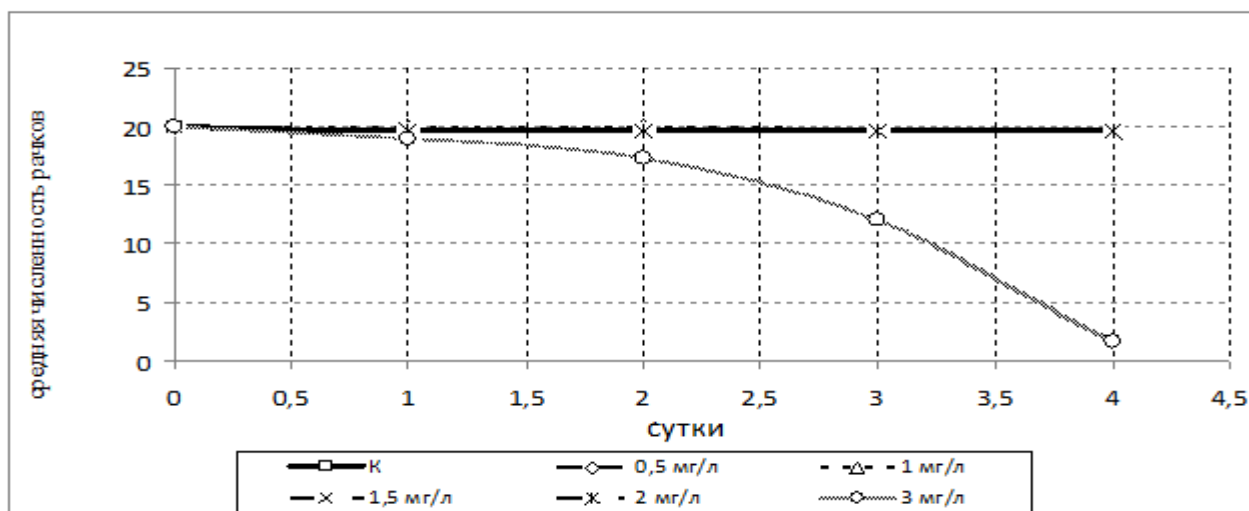


Рис. 4. Изменение численности *Artemia salina* при различных концентрациях коллоидного серебра

Действие коллоидного серебра на *Phaeodactylum tricornutum*. На рисунке 5 по изменению численности клеток при воздействии коллоидного серебра видно, что при концентрации 0,1 мг/л культура растет практически синхронно с контролем. Таким образом, можно заключить, что концентрация 0,1 мг/л является максимальной недействующей.

При концентрации 0,5 мг/л наблюдается достоверное снижение численности клеток водорослей относительно контроля. И лишь только на 27 сутки эксперимента начинается рост численности клеток. Как видно из графика рост численности клеток происходит очень медленно. Такое поведение культуры клеток водорослей в концентрации 0,5 мг/л объясняется выраженным альгостатическим эффектом наночастиц серебра, что хорошо видно и на рис. 6.

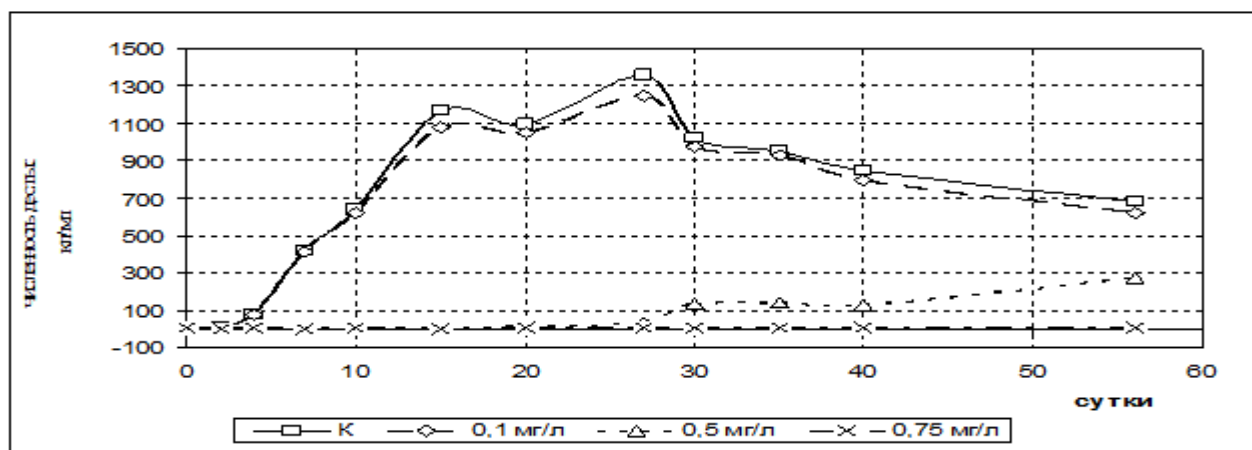


Рис. 5. Изменение численности клеток *Phaeodactylum tricornutum* при воздействии коллоидного серебра мг/л.

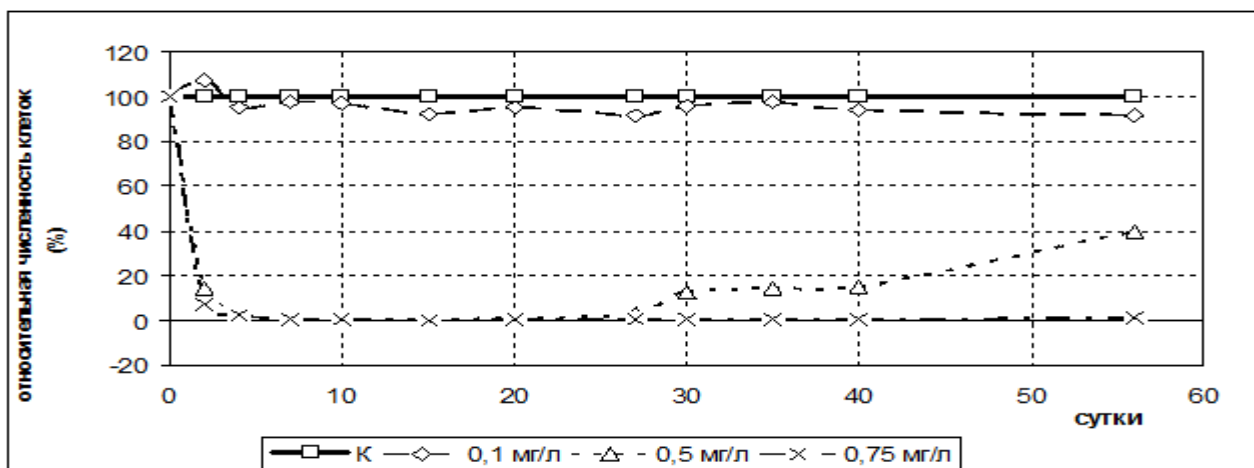


Рис. 6. Изменение численности клеток *Phaeodactylum tricornutum* относительно контроля (%)

В концентрациях 0,5 мг/л и 0,75 мг/л отмечен – альгостатический эффект [7], проявляющийся в неспособности клеток восстановить свою численность, но и не приводящему к 100% гибели водорослей. А концентрация 0,1 является недействующей.

Морфологические изменения и возможные пути попадания коллоидного серебра у планктонных организмов

Возможные пути поступления коллоидного серебра в организм *Daphnia magna*. Предполагалось, что в пресноводных рачков-фильтраторов *D.magna* наносеребро может поступать как на фильтрационный аппарат, так и в кишечник. Чтобы проверить эту гипотезу, в нашей работе был использован метод сканирующей электронной микроскопии и лиофильная сушка. На рисунке 7, показана микрофотография дафнии, взятой из контроля, видна ровная и не слипшаяся структура ловчей сети в фильтрационном аппарате. В опыте (рис. 8), видны слипшиеся структуры фильтрационного аппарата, а на них налипшая субстанция, предположительно являющаяся сконцентрированными частицами коллоидного серебра.

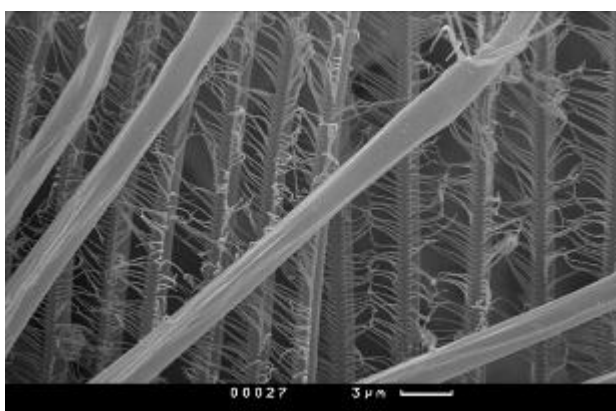


Рис. 7. Фрагмент ловчей сети *Daphnia magna* из контроля

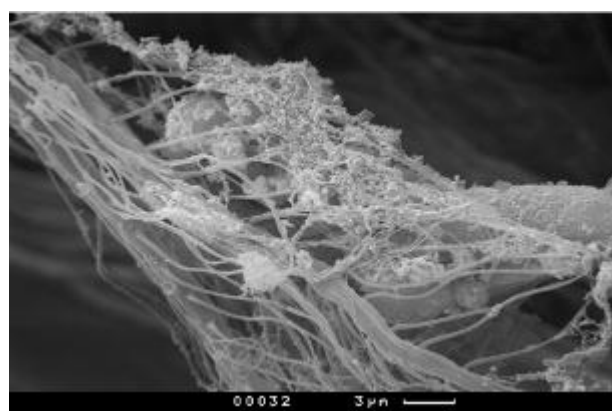


Рис. 8. Фрагмент участка фильтрационного аппарата *Daphnia magna* из опыта

Возможные пути поступления коллоидного серебра в клетки *Scenedesmus quadricauda*. На рисунке 9 представлен ценобий из 4 клеток во-

доросли *S. quadricauda*, взятый из контроля. Видна наружная мембрана клеток. На рисунке 10 показан ценобий водоросли из опыта. Видно, что форма клеток (узкая, вытянутая, с глубокими краями между клетками в ценобии и бороздами) не свойственна виду. Возможно, что это одно из действий коллоидного серебра на клетки водорослей.

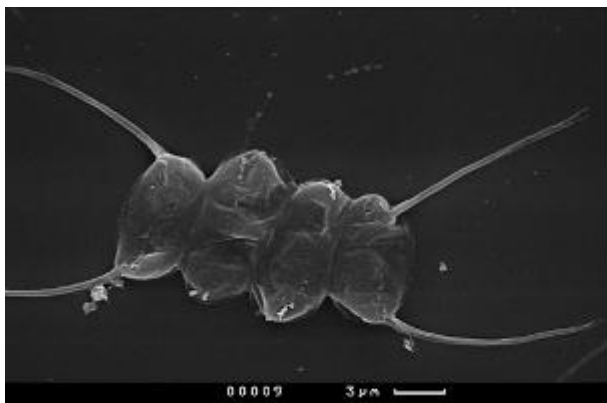


Рис. 9. Клетка *S. quadricauda* контроля

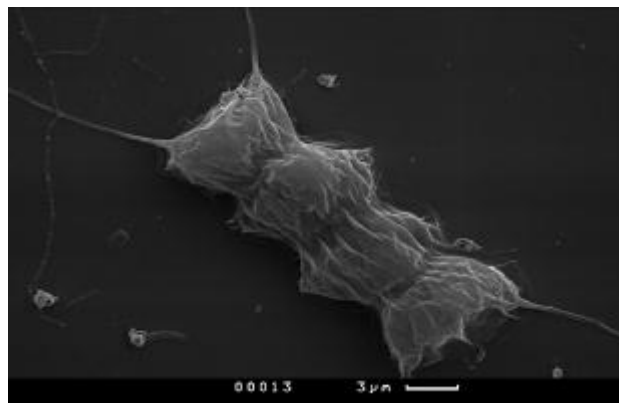


Рис. 10. Клетка *S. quadricauda* из опыта

На рисунке 11 представлена трансмиссионная микрофотография препаратов *S. quadricauda* из контроля, а на рисунке 12 клетка водоросли *S. quadricauda* из опыта, где можно рассмотреть ультраструктуру клетки. Заметных отличий в ультраструктуре клеток в опыте и контроле не наблюдалось, также не удалось обнаружить и наночастицы серебра.

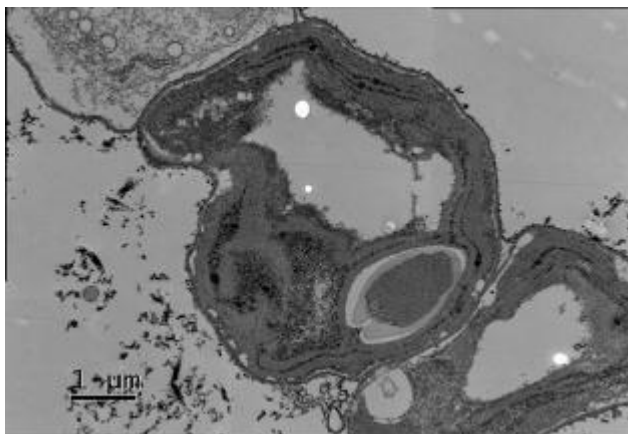


Рис. 11. Ультраструктура *S. quadricauda* из контроля

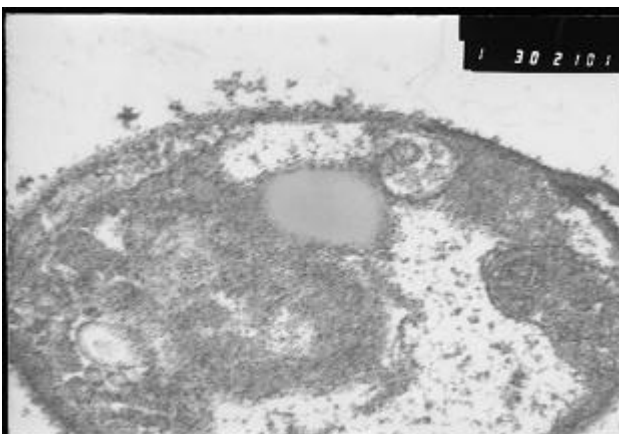


Рис. 12. Ультраструктура *S. quadricauda* из опыта

Возможные пути поступления коллоидного серебра в организм науплий *Artemia salina*. Науплии артемий в течение двух-четырех суток используют свой зародышевый желток, из которого они получают все необходимое для своего развития. По прошествии этой стадии развития, рачки переходят к активному захвату пищи из окружающей среды. Ответная реакция рачков на токсикант проявляется только на третьи или четвертые сутки. По-видимому, науплии на данных промежутках времени практически не имеют какого-то существенного обмена веществом между организмом и окружающей средой.

Методом световой микроскопии было установлено, что серебро у артемий проникает в кишечник рачка на 3-4 сутки и накапливается. В литературе отмечается, что ионы серебра могут выделяться из коллоидных структур и таким образом воздействовать на организмы различного систематического положения [14]. Можно предположить, что серебро, попавшее в кишечник, начинает отравлять организм за счет выделяемых ионов серебра.

На рисунке 13 представлен рачок из контроля, где можно наблюдать абсолютно чистый кишечник, а на рисунке 14 мы наблюдаем полностью заполненный кишечник массой, предположительно содержащей коллоидные частицы. Чтобы удостовериться в том, что в кишечнике находится серебро, мы сначала кормили рачков водорослями и просматривали их под люминесцентным микроскопом [4], где было видно как кишечник, полностью заполненный клетками водорослей, светился красным цветом. После этого просматривали подготовленный препарат с рачками, находящимися в коллоидном серебре, где красного свечения не наблюдалось.

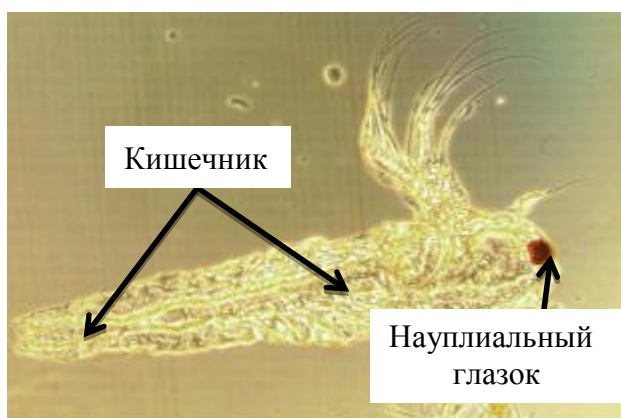


Рис. 13. Науплий *A. salina* из контроля



Рис. 14. Науплий *A. salina* из опыта

Возможные пути поступления коллоидного серебра в клетки *Phaeodactylum tricornutum*. В эксперименте на рисунке 16. видно, как мембрана клеток феодактилюма существенно отличается от контроля на рисунке 15. Таких форм наружной мембраны в контроле найти не удалось, в отличие от опыта, что указывает на возможное влияние коллоидного серебра на наружную структуру мембраны клетки, как и в случае со *S. quadricauda* [9].

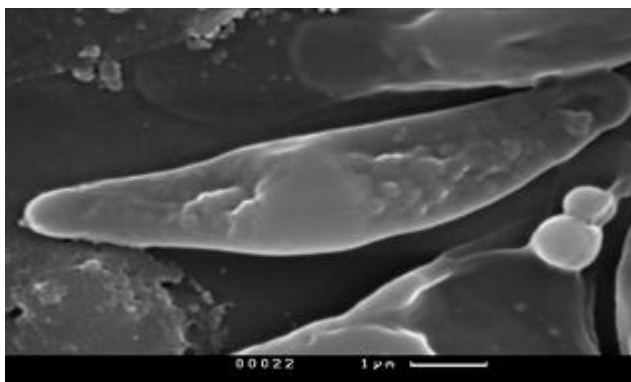


Рис. 15. Клетки *P. tricornutum* из контроля

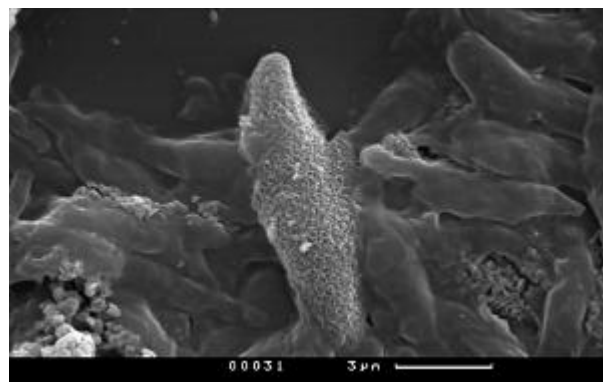


Рис. 16. Клетки *P. tricornutum* из опыта

Заключение

По результатам проведенных исследований можно заключить, что пресноводные ветвистоусые рачки *Daphnia magna* оказались более чувствительными к коллоидному серебру по сравнению с остальными тест-объектами, использованными в данной работе (морскими жаброногими рачками *Artemia salina*, пресноводными хлорококковыми водорослями *Scenedesmus quadricauda* и диатомовой водорослью *Phaeodactylum tricornutum*).

К гибели рачков *D. magna* коллоидное серебро не приводит в концентрации 5×10^{-4} мг/л и ниже. Методом сканирующей электронной микроскопии показано, что коллоидное серебро приводит к слипанию щетинок грудных ножек. Это оказывает прямое механическое действие на фильтрационный аппарат и дыхательные придатки (жабры), что может негативно влиять на процессы питания и дыхания рачков, приводя к их гибели.

Рачки *Artemia salina* оказались наиболее резистентными к коллоидному серебру по сравнению с остальными тест-организмами, как морскими, так и пресноводными. Гибель рачков наблюдалась на третьи – четвертые сутки эксперимента при концентрации коллоидного серебра 3 мг/л. Методом световой и люминесцентной микроскопии удалось выявить, что коллоидное серебро напрямую поступает в кишечник *A. salina* и уже на третьи сутки приводит к гибели рачков.

В случае с микроводорослями (пресноводной *Scenedesmus quadricauda* и морской *Phaeodactylum tricornutum*) можно с уверенностью говорить, что в обоих случаях проявляется альгостатический эффект, что характеризуется незначительным колебанием численности клеток на протяжении всего эксперимента (41 день для *S. quadricauda* и 56 суток для *P. tricornutum*).

Пресноводная водоросль *S. quadricauda* по полученным результатам является более чувствительной к коллоидному серебру в отличие от морской водоросли *P. tricornutum*. Альгостатический эффект у *S. quadricauda* проявлялся в концентрациях 0,1 и 1 мг/л, на протяжении всего эксперимента (41 день). У морской водоросли *P. tricornutum* альгостатический эффект проявлялся при концентрации 0,5 мг/л в течение 25 суток, но на 27 сутки эксперимента численность клеток начинала увеличиваться, в отличие от пресноводной водоросли. В то же время в концентрации 0,75 мг/л у *P. tricornutum* альгостатический эффект проявлялся в течение всего эксперимента (56 суток), а в концентрации 1 мг/л происходило практически полное ингибирование численности клеток, как и в случае со *S. quadricauda*.

Методом сканирующей электронной микроскопии удалось опосредованно выяснить, что коллоидное серебро оказывает влияние на внешнюю структуру клеточной стенки водорослей, что нуждается в дополнительных исследованиях.

Список литературы

1. Алексеева О. Новая дисциплина – нанотоксикология// Перспективные технологии. 2007.– Т. 14. – № 19. – С. 2-4

2. Бедошвили Е.Д. Сравнительное исследование ультраструктуры диатомовых водорослей из разных классов методами световой и электронной микроскопии// Автореферат. канд. – Новосибирск. – 2010.
3. Годымчук А.Ю., Савельев Г.Г., Зыкова А.П. Экология наноматериалов // Учебное пособие. под ред. / Патрикеева Л.Н. и Ревинной А.А. – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2012. – 272С.
4. Горюнова С.В. Применение метода флуоресцентной микроскопии для определения живых и мертвых клеток водорослей // Труды института микробиологии АН СССР. М.:1952.- Вып. 2. – С.64-78.
5. Дмитриева А.Г. Метод биотестирования по определению живых и мертвых клеток водорослей с помощью люминесцентной микроскопии // Методы биотестирования вод. Черноголовка. -1988. – С.85-89.
6. Дмитриева А.Г. Доклады Московского общества испытателей природы // Том 36. – М.: Изд-во. ООО «Грификон-принт», – 2005. – С.- 34-36.
7. Дмитриева А.Г., Бойчук Т.В., Филенко О.Ф. Жизнестойкость популяции *Scenedesmus quadricauda* при разных режимах интоксикации серебром // Электронный научный журнал «Исследовано в России». – 2006.
8. Родионов П.П., Третьяков В.В. Колларгол и протаргол. Свойства. Коллоидное серебро. Физико-химические свойства. Применение в медицине // Препринт №1. Институт Катализа им. Г.К. Берескова, СО РАН. – Новосибирск. – 1992. – С.1-14.
9. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов// РЭФИ, НИА-Природа. – М.
10. Hardman R.A toxicologic review of quantum dots: toxicity depends on physicochemical and environmental factors // Environmental Health Perspectives. – 2006. – V. 114. – P. 165-172
11. Jiwon Kim, Sooyeon Kim, Sungkyu Lee Differentiation of the toxicities of silver nanoparticles and silver ions to the Japanese medaka (*Oryzias latipes*) and the cladoceran *Daphnia magna*// Nanotoxicology, June 2011; 5(2): 208–214
12. Kumar R, Howdle S, Munstedt H.. Polyamide silver antimicrobials: Effect of filler types on the silver ion release // J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater 2005. – 75B:311–319.
13. Masciangioli T, Zhang W-X. Environmental technologies at the nanoscale // Environ Sci Technol 2003. – 1:102–108.
14. Piccapietra F., Allué C. G. Sigg L., Behra R. Intracellular Silver Accumulation in *Chlamydomonas reinhardtii* upon Exposure to Carbonate Coated Silver Nanoparticles and Silver nitrate // Environ. Sci. Technol. 2012. 46. p. 7390–7397.
15. Ratte H.T. Bioaccumulation and toxicity of silver compounds: a review // Environmental Science and Technology. 1999. 18. p. 89-108.
16. Voelker C, Boedicker C, Daubenthaler J, Oetken M, Oehlmann J (2013) Comparative Toxicity Assessment of Nanosilver on Three *Daphnia* Species in Acute, Chronic and Multi-Generation Experiments // Plos one 8(10): e75026. doi:10.1371/journal.pone.0075026
17. Woodrow Wilson International Center for Scholars The project on emerging nanotechnologies // <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis/draft/> Accessed 04 Feb 2013.

СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»

ОБОБЩЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИНДУЦИРОВАННОЙ ФИТОЭКСТРАКЦИИ

Автухович И.Е.

профессор кафедры агрономической, биологической химии, радиологии и безопасности жизнедеятельности РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
доктор с.-х. наук, профессор,
Россия, г. Москва

Представлены обобщенные результаты вегетационных и полевых исследований по очистке загрязненных почв и грунтов от тяжелых металлов с помощью различных растений и химического индуктора очистительного процесса – препарата ЭДТА, выполненные в разные годы автором. Выявлено, что препарат ЭДТА значительно повышает накопление (в 2-105 раз) и вынос тяжелых металлов из почв и грунтов растениями, а в невысоких дозах, улучшает их показатели жизнедеятельности и продуктивности. Это позволяет существенно снизить срок очистки почв и грунтов от тяжелых металлов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, растения, ЭДТА, почва, грунт, фитоэкстракция.

Фитоэкстракция тяжелых металлов – это их извлечение из загрязненных почв или грунтов путем длительного выращивания непригодных растений.

Максимальной эффективности фитоэкстракции можно достичь при использовании растений, обладающих повышенным накоплением тяжелых металлов, устойчивых к ним и образующих большую биомассу. Подобрать в природе идеальные растения, сочетающие в себе все указанные свойства, не представляется возможным.

Одним из приемов повышения фитоэкстракции тяжелых металлов из почв/грунтов, является применение индукторов этого процесса – хелатообразующих агентов, в том числе ЭДТА (*этилендиаминтетрауксусной кислоты*) и ее натриевой соли.

Препарат ЭДТА повышает доступность металлов для растений в почве (грунте), и, играя роль транспортного средства, обеспечивающего беспрепятственное прохождение металлов от корня к стеблю (стволу), способствует увеличению накопления и выноса металлов растениями.

Для оценки эффективности метода индуцированной фитоэкстракции нами в разные годы были проведены полевые и вегетационные эксперименты с древесными и травянистыми растениями, при различных дозах ЭДТА и уровнях загрязнения почв/грунтов тяжелыми металлами.

Так, в вегетационном эксперименте (1999 – 2001 гг.) [1] изучалось влияние ЭДТА, примененного в дозе 1 ммоль/кг грунта, на фитоэкстракционную способность, показатели жизнедеятельности и продуктивности сеянцев пяти древесных пород: лиственницы сибирской (*Larix sibirica L.*), ясеня обыкновен-

венного (*Fraxinus excelsior* L.), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели обыкновенной (*Picea excelsa* L.), в вариантах с внесением разных доз кадмия: 0; 2,5; 5; 10 и 20 мг/кг в дерново-подзолистую легкосуглинистую почву.

В вегетационном эксперименте (2008 – 2010 гг.) [2] изучалось действие и последствие препарата ЭДТА, внесенного в торфяной грунт в дозах: 1; 3 и 10 ммоль/кг, на показатели продуктивности растений: горчицы белой (*Sinapis alba* L.) и смеси газонных трав: овсяницы красной (*Festuca rubra* L.); овсяницы овечьей (*Festuca ovina* L.); овсяницы луговой (*Festuca pratensis* HUDS.); мятлика лугового (*Poa pratensis* L.) и фитоэкстракцию свинца, внесенного в грунт, в дозах 200 и 1000 мг/кг. Исследовалась также устойчивость ЭДТА в природе.

В вегетационном эксперименте (2009 – 2010 гг.) [2] изучалось влияние ЭДТА, внесенного в дозах 1 и 10 ммоль/кг торфяного грунта, на эффективность его очистки и восстановления от свинца, примененного в дозах: 0; 150 и 1500 мг/кг, растениями сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) и люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) в действии и последствии. Исследовалась устойчивость препарата ЭДТА в грунте.

В полевом эксперименте, проведенном в производственных условиях очистных сооружений г. Истры (2010-2012 гг.) [2, 3], изучалось влияние ЭДТА, внесенного в дозах: 1; 3 и 6 ммоль/кг, в субстрат, составленный на основе осадка сточных вод (ОСВ) и опилок, на эффективность извлечения металлов-загрязнителей: Pb; Cd; Cu и Zn, содержащихся в нем. Данный продукт на основе ОСВ используется, как добавка к почве при озеленении территорий и как наполнитель. Нашей задачей было максимально снизить содержание поллютантов в субстрате, с целью последующего увеличения объемов его продаж.

На основе обобщения данных наших исследований разных лет было выявлено:

1). В результате применения ЭДТА увеличивается содержание доступных металлов в почве/грунте в 2 – 4 и более раз [1, 2, 3];

2). Препарат ЭДТА увеличивает накопление тяжелых металлов растениями в 2 – 105 раз [1, 2, 3, 4], в зависимости от дозы ЭДТА, вида растения, почвенных/грунтовых условий, условий эксперимента, уровня загрязнения тяжелыми металлами, конкретного тяжелого металла и др.

3). Хелатообразующий агент, примененный в дозах 1 – 3 ммоль/кг почвы/грунта, сглаживает токсичность тяжелых металлов, что положительно отражается на интенсивности протекания физиологических процессов и активности ферментов в растениях, а также показателях продуктивности растений [1, 2, 3].

4). Применение препарата ЭДТА не только вызывает избыточное накопление металлов-поллютантов в растениях, но и попутно увеличивает

доступность других металлов, необходимых для их жизнедеятельности, которых возможно было недостаточно [1].

5). В определенных дозах, чаще всего до 10 ммоль/кг, ЭДТА, увеличивая накопление металлов растениями, а также улучшая показатели продуктивности растений (или не снижая их), способствует повышению выноса металлов растениями из почв/грунтов, что значительно уменьшает сроки их очистки [1,2,3].

6). В высоких дозах – от 10 ммоль/кг почвы/грунта и более, препарат ЭДТА, в большинстве случаев, является токсичным для растений. Токсическое воздействие, в зависимости от дозы препарата, проявляется в угнетении физиологических процессов, уменьшении биомассы и линейных размеров растений, в хлорозе листьев, пожелтении растений, их отмирании [1, 2, 3].

7). Выявлено, что препарат ЭДТА устойчив в почве/грунте. Будучи внесенным в грунт в высокой дозе, он остается токсичным для растений на третий вегетационный сезон после его внесения и продолжает увеличивать подвижность металлов в почве/грунте [2].

8). Растения: ясень обыкновенный, лиственница сибирская, сафлор красивый, люпин узколистный и горчица белая проявили наиболее высокую устойчивость и оказались более эффективными в деле индуцированной фитоэкстракции, по сравнению с елью обыкновенной, сосной обыкновенной и газонными травами [1, 2, 3].

Таким образом, несмотря на выявленную эффективность метода индуцированной фитоэкстракции, необходимо помнить, что он имеет некоторые недостатки и ограничения, которые следует учитывать при его применении. В связи с этим, не следует применять данный метод при неглубоком залегании грунтовых вод. Очень важно правильно выбирать дозы ЭДТА и строго соблюдать технологию внесения данного препарата, использовать, по возможности, быстро растущие растения с большой биомассой и высоким коэффициентом накопления тяжелых металлов.

Список литературы

1. Автухович, И.Е. Индуцированная фитоэкстракция почвенного кадмия: Монография/ И.Е. Автухович. – М.: МГУЛ, 2003. – 87с.
2. Автухович И.Е., Д.А. Постников. Ремедиация грунтов. Индуцированная фитоэкстракция. – Германия: Palmarium Academic Publishing, 2013. – 92 с.
3. Автухович, И.Е., Постников Д.А. Влияние ЭДТА на поведение металлов в субстрате и их накопление растениями // Естественные и технические науки. 2014. № 1(69). С. 50-54.
4. Аль Аруд, М.А.-Х., Автухович, И.Е., Постников, Д.А. Сравнительная характеристика влияния хелатообразующих агентов ЭДТА и ЭДДС, примененных в разных дозах, на процесс фитоэкстракции свинца и кадмия из загрязненного грунта // Естественные и технические науки. 2014. № 2 (52). С. 117-120.

АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА РАСТЕНИЙ ГРЕЧИХИ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ

Амелин А.В.

руководитель ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование», профессор кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Орловского государственного аграрного университета, д. с.-х. н.,
Россия, г. Орел

Фесенко А.Н.

заведующий лабораторией селекции крупяных культур
ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, д.б.н.,
Россия, г. Орел

Заикин В. В.

аспирант кафедры растениеводства
ФГБОУ ВПО Орловского государственного аграрного университета,
Россия, г. Орел

В статье изложены результаты полевых и вегетационных опытов по изучению особенностей продукционного процесса растений у сортов гречихи разных периодов создания. Показано, что в ходе селекции культуры не удалось добиться существенного повышения у растений устойчивости продукционного процесса и гомеостаза плодообразования. Современные сорта проявляют высокую биосинтетическую активность и формируют высокую семенную продуктивность лишь в благоприятных погодных условиях, а в стрессовых ситуациях не имеют существенного преимущества перед своими сородичами.

Ключевые слова: культура, гречиха, селекция, адаптивность сорта, сухая масса.

Масса сухого вещества, накопленная растениями в разные фазы роста и в различных погодных условиях является важнейшим критерием эффективности и устойчивости продукционного процесса сорта. Известно, что данный показатель у сельскохозяйственных культур является консервативным и в процессе селекции существенно не меняется, а рост урожая семян и зерна достигается, главным образом, за счет более эффективного использования ассимилянтов на образование генеративных органов [1,5,7,12]. Однако, возможности данного пути селекции во многом ограничены, так как в настоящее время у большинства сортов сельскохозяйственных культур уборочный индекс составляет 40 – 50%, что близко к оптимальному значению [2,4,11,12,13]. В связи с этим стоит задача выявить и вовлечь в скрещивание формы, отличающиеся высокой активностью синтеза органического вещества уже на ранних этапах развития, и тем самым повысить возможности продукционного процесса в формировании урожая.

Весьма актуально это и для селекции гречихи, играющей важную народно-хозяйственную роль в России. С учетом этого нами были проведены

специальные исследования по изучению особенностей биосинтеза сухого вещества надземными органами растений у сортов гречихи, созданных в разные периоды селекции.

Исследования проводились в период с 2010 по 2014 гг в рамках тематического плана ЦКП Орел ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование» по совместной программе с селекционерами Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур (ВНИИЗБК).

Объектами исследований являлись 13 сортообразцов, которые условно были разделены на 3 группы: местные (К–406 и К–1709); селекции 1930 – 1970-х гг. (Калининская, Богатырь и Шатиловская 5) и современные сорта (Чатыр Тау, Батыр, Девятка, Дизайн, Деметра, Дождик, Дикуль и Башкирская красностебельная).

Опытный материал выращивался в селекционном севообороте ВНИИЗБК, где преобладающий тип почв – серые лесные, среднесуглинистые.

Посев опытного материала выполняли селекционной сеялкой СКС-6-10, рядовым способом с нормой высева 3 млн. шт. семян на га. Площадь деланки составляла 10 м², размещение – рендомизированное, повторность по сорту – 4-х кратная. Уход за посевами осуществлялся в соответствии с методическими рекомендациями для региона [8].

Вегетационный опыт проводился с учетом методических рекомендаций [6].

Учет накопления сухого вещества по органам растения осуществляли методом взятия растительных проб в количестве 10 растений с каждой деланки сорта с последующим высушиванием сырой массы органов при температуре 105°C в сушильном шкафу марки КВС G – 100/250. Повторность 3-х кратная.

В ходе проведенных исследований установлено, что у культуры гречихи в результате селекции активность биосинтеза органических веществ на ранних этапах развития растений существенно повышается. Семисуточные проростки современных сортов по интенсивности накопления сухого вещества превосходили сорта селекции 1930-1970-х годов – в среднем на 16,1%, а местные сортопопуляции – на 18,6%, что, на наш взгляд, во многом обусловлено формированием ими более крупных семян (в среднем на 30%).

Среди современных сортов гречихи наибольшей величиной сухой массы проростков на 21 сутки развития характеризуются Девятка и Дизайн, которые могут рассматриваться как перспективный исходный материал для селекции.

Однако, в последующие этапы развития данные преимущества современных сортов существенно нивелируются в зависимости от погодных условий произрастания. К примеру, в условиях умеренного увлажнения и оптимальной температуры воздуха (2011-2014 гг.), взрослые растения гречихи способны накапливать в среднем 5,59г, а в благоприятных метеоусловиях – до 7,0г сухого вещества. Но в случае проявления экстремальных факторов погоды (высокой температуры и дефицита влаги – 2010г) общая продуктивность растений снижается более чем в 1,6 раза. При этом особенно резко па-

дает эффективность использования ассимилянтов на формирование семян. Значение уборочного индекса в 2010 году составляло всего 15,7%, что было в 1,8 раза меньше, чем в более благополучных по увлажнению и температурному режиму 2011 – 2014 годах. В результате семенная продуктивность растений в засушливых условиях 2010 года была очень низкой и составляла всего 33% от уровня 2011-2014 гг. (табл.1).

Таблица 1

Накопление сухой массы и эффективность ее использования на формирование семян у растений гречихи в разные годы исследований, фаза уборочной спелости

Показатели	Годы исследований					
	2010	2011	2012	2013	2014	среднее за 2010-2014гг
Сухая масса надземных органов, г/растение	3,38	5,02	6,21	6,04	5,09	5,15
Масса семян, г/растение	0,53	1,43	1,78	1,60	1,54	1,38
Уборочный индекс, %	15,7	28,5	25,4	26,5	30,2	25,3

Во многом это обусловлено тем, что адаптивные способности продукционного процесса растений гречихи относительно невысокие и в результате селекции существенно не улучшаются. В результате современные сорта культуры образуют большую массу сухого вещества в основном в благоприятных погодных условиях, а в экстремальных ее величина резко падает, достигая уровня предковых форм. Так, по результатам вегетационных опытов, снижение влажности почвы до 30% от ее полной влагоемкости, приводит к уменьшению накопления сухой массы растений у современных сортов культуры в среднем на 42,9%, у старых – 36,8%, а местных сортопопуляции – 29,5% (табл.2).

Таблица 2

Накопление сухого вещества сортами гречихи в условиях различного увлажнения почвы* в фазу уборочной спелости

Сортообразец	Сухая масса надземных органов, г/растение:					
	2013г		2014г		среднее	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
К-1709 – местный	6,20	4,22	4,18	3,10	5,19	3,66
Богатырь – старый	6,27	3,81	4,59	3,04	5,43	3,43
Дождик – современный	8,02	4,04	4,66	3,00	6,34	3,52
Дикуль – современный	6,24	3,50	4,88	3,04	5,56	3,27
НСР ₀₅	0,47	0,53	0,32	0,27	–	–

*Контроль – 70% от ПВ; Опыт – 30% от ПВ.

В условиях выраженного дефицита влаги у современных сортов более резко падает эффективность использования ассимилянтов и на формирование генеративных органов. В 2010 засушливом году значение уборочного индекса составляло у них всего лишь 15%, что находилось на уровне местных сортопопуляций и старых сортов, тогда как в более благополучные по метеоусловиям 2011 – 2014годы по величине данного показателя они, наоборот, превосходили своих предшественников – в 1,3 раза.

В результате варьирования по годам массы семян у возделываемых современных сортов культуры, по-прежнему, сохраняется высокой – 0,91-1,74 г/растение. В засушливом 2010 году по семенной продуктивности фактически они не отличались от местных и старых сортов, тогда как в сравнительно благоприятных по температурному и водному режиму условиях, их преимущество по данному показателю в годы исследований составило в среднем 68,3% (табл. 3).

Таблица 3

Величина уборочного индекса и семенной продуктивности у сортов гречихи в разные годы исследований

Показатель	Годы исследования					
	2010 – засушливый	2011– уме- ренное увлажнение	2012 – оп- тималь-ное увлажнение	2013 – близкое к оптималь- ному	2014 умеренное увлажнение	Среднее по го- дам
Местные (Орловские)						
Уборочный индекс, %	15,3	20,4	23,6	22,7	23,1	21,0
Масса семян, г/растение	0,41	0,96	1,37	1,20	1,07	1,00
Сорта селекции 1930-1950-х гг.						
Уборочный индекс	18,6	21,8	27,4	21,9	24,9	22,9
Масса семян, г/растение	0,61	1,01	1,76	1,21	1,26	1,17
Современные сорта						
Уборочный индекс	15,5	31,8	25,2	29,2	35,2	27,4
Масса семян, г/растение	0,53	1,70	1,85	1,83	1,80	1,54

В настоящее время величина уборочного индекса у современных сортов гречихи составляет в среднем 27,4%, что в 1,5-2,0 раза ниже по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами [5,7,4,12]. Это свидетельствует о том, что данное направление селекции культуры имеет огромные неиспользованные резервы. По нашему мнению, увеличение степени использования данных резервов следует добиваться, прежде всего, за счет ограничения вегетативного роста и количества у растений соцветий, большинство цветков которых не завязываются.

Таким образом, потенциал продукционного процесса растений гречихи достаточно высокий, а его адаптивные способности развиты слабо, чтобы обеспечить получение стабильной продуктивности в экстремальных погодных условиях. В результате селекции у культуры существенно возрастают возможности биосинтеза органического вещества в основном в благоприятных погодных условиях, а в экстремальных – они быстро убывают. Особенно резко снижается эффективность использования ассимилянтов на формирование генеративных органов, достигая уровня предковых форм. С одной сторо-

ны, это может быть обусловлено тем, что гречиха является перекрестноопыляющейся тепло- и водолюбивой культурой, имеющей высокую зависимость плодообразования от внешних факторов среды. С другой – высоким консерватизмом самого гомеостаза плодообразования, который в результате селекции практически остается неизменным [9]. В этой связи представляются весьма перспективными предпринимаемые в последнее время попытки перевести растения гречихи на самоопыление [10]. На наш взгляд, в решение данной проблемы весьма перспективным представляется и повышение у растений активности и адаптивности фотосинтеза, обеспечивающего формирование более 95% сухого вещества растений.

Список литературы

1. Амелин, А.В. Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха [Текст]: автореферат дисс. докт. с.-х. наук / А.В. Амелин: Москва, 2001. – 50с.
2. Амелин, А.В. Морфофизиологические основы моделирования перспективных сортов гороха. Методические рекомендации / А.В. Амелин, Н.Е. Новикова, Н.В. Парахин и др. – Орел. – 2004. – 52с.
4. Кумаков, В.А. Принципы разработки оптимальных моделей (идеатипов) сортов растений / В.А. Кумаков // Сельскохозяйственная биология. – 1980. – №2(Т. 15). – С. 180-197.
5. Ламан, Н.А. Биологический потенциал ячменя. Устойчивость к полеганию и продуктивность/ Н.А. Ламан, Н.Н. Стасенко, С.А. Каллер. – Минск: Наука и техника, 1984. – 216с.
6. Методы изучения оценки и отбора селекционного материала гречихи на устойчивость к неблагоприятным факторам среды / А.П. Лаханов, Н.В. Фесенко, Н.Е. Балачкова. – М.: Россельхозакадемия. –1994. – 46с.
7. Новикова, Н.Е. Физиологические изменения в растениях гороха в процессе длительной селекции на семенную продуктивность / Н.Е. Новикова, А.П. Лаханов, А.В. Амелин // Доклады ВАСХНИЛ. – 1986. – №9. – С. 16–19.
8. Ресурсосберегающая технология производства гречихи. Методические рекомендации. – Орел: ГНУ ВНИИЗБК, 2009. – 42с.
9. Теоретические основы селекции. Т 5. Генофонд и селекция крупных культур. Гречиха: под ред. В.А. Драгавцева – Theoretical basis of plant breeding. Vol. 5. The gene bank and breeding of groat crops. Buckwheat / Н. В. Фесенко, Н.Н. Фесенко, О.И. Романова и др. – СПб.: ВИР, 2006. – 196с.
10. Фесенко, И.Н. Генетика репродуктивных барьеров и морфологических различий между видами крупносемянной группы рода *Fagopyrum* Mill.: автореферат дис. ... доктора биологических наук / И.Н. Фесенко. Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И.Вавилова – ГНЦ РФ.– Санкт-Петербург, 2013. – 50с.
11. Hedley C.L., Ambrose M.J. The application of plant physiology to the development of dried pea crop plants // Pea Crop.- London, 1985. P. 95-104.
12. Jain, H.K. Eighty years of post Mendelian breeding for crop yield: nature of selection pressures and future potential / H.K. Jain // Indian J. Genet. and Plant Breed. – 1986. – Vol. 46. – N 1. – P. 30–53.
13. Lecoeur, J. A conceptual framework to analyse the variability in yield of field pea / J. Lecoeur, B. Ney, T.R. Sinclair // 4-th European Conf. on Grain Legumes. – Cracow. – 2001. – P. 23-27.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМА ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ КОШЕК

Афанасьева Н.А.

магистрант кафедры технологии молока и пищевой биотехнологии
Института холода и биотехнологий НИУ ИТМО,
Россия, г. Санкт-Петербург

Надточий Л.А.

доцент кафедры технологии молока и пищевой биотехнологии Инсти-
тута холода и биотехнологий НИУ ИТМО, кандидат технических наук,
Россия, г. Санкт-Петербург

В настоящее время при нехватке сырьевых ресурсов на перерабатывающих пред-
приятиях остро стоит проблема использования вторичных продуктов. Один из способов
рационального использования побочного сырья является переработка его на корм домаш-
них животных. Целью настоящего исследования являлась разработка полнорационного
корма для взрослых кошек с использованием побочных ресурсов пищевой промышленно-
сти, которые, в свою очередь, богаты необходимыми пищевыми веществами.

Ключевые слова: вторичные сырьевые ресурсы, молочная сыворотка, панцирьсо-
держажие отходы, полнорационный корм для кошек.

В условиях рыночной экономики повышение эффективности промышлен-
ной переработки ресурсов непосредственно связано с полным и рацио-
нальным использованием всех их компонентов по принципу безотходной
технологии. Так, например, при производстве сыра, творога и казеина в
больших объемах получают молочную сыворотку. При этом, несмотря на
многочисленные разработки в области безотходных технологий, переработка
молочной сыворотки в России сдерживается по нескольким причинам. Среди
них можно выделить отсутствие средств на внедрение современных техноло-
гий и покупку оборудования, скудная информация о преимуществах продук-
тов из сыворотки, либерализм экологической службы в отношении сброса
сыворотки в сточные воды. По данным Международной ассоциации, из 140
млн тонн сыворотки, получаемой в мире, до 50 % сливается со сточными во-
дами. На территории России это значение достигает 80 %. По загрязняющему
действию 1 тонна молочной сыворотки, сливаемой в канализацию, загрязняет
водоемы так же, как 100 м³ хозяйственно-бытовых стоков [2; 3; 5; 8].

Существует и другая проблема, связанная с тем, что добыча морских
ракообразных во всем мире приводит к появлению больших объемов пан-
цирьсодержащих отходов, которые составляют от 15 до 35 % от начального
объема сырья в зависимости от технологической схемы переработки. Пан-
цирьсодержащие отходы, образующиеся при переработке беспозвоночных на
пищевую продукцию, в большей степени сбрасываются в море или направ-
ляются на свалку, что также негативно сказывается на экологии [6].

В настоящем исследовании для решения данной проблемы предполага-

ется использование молочной сыворотки и панцирьсодержащих отходов креветок в рецептуре корма для кошек, что позволяет обеспечить животное всеми незаменимыми пищевыми веществами. На кафедре технологии молока и пищевой биотехнологии ИХиБТ НИУ ИТМО ведется разработка консервированного корма с использованием вторичного сырья молочной промышленности и отходов рыбоперерабатывающей отрасли. В качестве основы для приготовления корма выбрана подсырная сыворотка, что связано с ее потребительскими свойствами. Использование в рецептуре корма мяса и панциря креветок позволит обеспечить его требуемым содержанием белка и минеральных веществ [4].

В ходе исследования было предложено три различные рецептуры, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Варианты рецептуры корма для взрослых кошек

Ингредиент	Содержание, кг на 100 кг готового корма		
	I	II	III
Вода	78,8	37,6	52,6
Сухая подсырная сыворотка (деминерализованная)	3,1	1,8	2,3
Креветки	16,4	54	30
Желатин	1,5	0,6	1,1
Мука из панциря креветки	0,2	—	4
Масло подсолнечное рафинированное	—	6	10

Во всех образцах корма оценили пищевую и энергетическую ценность и сравнили со значениями ГОСТ Р 55453-2013, полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Пищевая и энергетическая ценность для взрослой кошки средних размеров

Образец	Вода, %	Содержание, % (в пересчете на сухое вещество)			Обменная энергия*	
		Белки	Жиры	Углеводы	ккал	кДж
I	91,5	15,5	1,2	2,6	91	381
II	78,4	45,8	9,8	1,5	300	1255
III	75,8	27,4	12,6	1,9	247	1033
ГОСТ Р 55453-2013	более 14,0	не менее 26,0	не менее 9,0	не более 3,5	240-320	1005-1340

*Примечание: расчет и нормы обменной энергии по Хохрину

На основании полученных данных, очевидно, что количество воды соответствует нормам во всех трех образцах, обменная энергия соответствует нормам во втором и третьем образцах, а общее содержание белков, жиров и углеводов наиболее сбалансировано в третьем образце. Следовательно, третий образец по полученным результатам, согласно ГОСТ Р 55453-2013, можно считать полнорационным.

Таким образом, на основании проведенных исследований, очевидно, что вовлечение в рецептуру побочного сырьевого ресурса молочной промышленности, в частности подсырной сыворотки, и панцирьсодержащих от-

ходов от переработки морских беспозвоночных способствует решению экологических задач, расширению ассортимента кормов для взрослых кошек отечественного производства высокого качества.

Список литературы

1. ГОСТ Р 55453-2013. Корма для непродуктивных животных. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 2013–06–26. – М.: Стандартинформ, 2014.
2. Евдокимов И.А. Сухая сыворотка: Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки. [Электронный ресурс] / Переработка молока. – Режим доступа: <http://www.milkbranch.ru/publ/view/21.html>.
3. Кравченко Э.Ф. Использование молочной сыворотки в России и за рубежом/ Э.Ф. Кравченко, Т.А. Волкова //Молочная промышленность. – 2005. – № 4. – С. 2.
4. Надточий Л.А., Афанасьева Н.А. Исследование возможности создания корма для кошек на основе тауринсодержащего сырья // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2014, Вып. 18, № 2. – с. 164–169.
5. Рациональное использование молочной сыворотки. [Электронный ресурс] / Переработка молока. – Режим доступа: <http://www.milkbranch.ru/publ/view/345.html>.
6. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник. / Под ред. д.т.н. проф. Ершова А.М. – СПб: ГИОРД, 2006. – 943 с.
7. Храмцов А.Г. Молочная сыворотка. – М.: Агропромиздат, 1990. – 136 с.
8. Хохрин С.Н. Кормление собак и кошек: Справочник. – М.: КолосС, 2006. – 248 с.

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Внукова М.А.

доцент кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Орел ГАУ,
кандидат с.-х. наук, доцент,
Россия, г. Орел

Титова Е.М.

доцент кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Орел ГАУ,
кандидат с.-х. наук, доцент,
Россия, г. Орел

В статье представлены результаты исследований по влиянию разных видов удобрений и средств защиты растений на фитосанитарное состояние посевов, урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Орловской области.

Ключевые слова: яровая пшеница, удобрения, фунгициды, сорные растения, болезни.

Внесение минеральных удобрений в современных экономических условиях весьма затратно и требует поиска вариантов, обеспечивающих максимальный эффект от каждого килограмма действующего вещества. В целом применение минеральных удобрений прибыльно при научно обоснованном

выборе соответствующих доз и способов внесения, а также при определении их оптимального ассортимента [2, с. 29].

Важное место в технологии возделывания зерновых культур отводится фитосанитарному состоянию их посевов и в первую очередь борьбе с сорняками и болезнями [4, с. 41].

Совместное внесение минеральных удобрений и средств защиты растений требует изучения этих приемов химизации. Минеральное питание влияет на развитие культур, болезней, вредителей и сорной растительности и, следовательно, на эффективность пестицидов. Кроме того, пестициды влияют также на использование питательных веществ из удобрений [1, с. 36].

Исследования проводились с целью изучения действия и взаимодействия азотных удобрений и средств защиты растений и их влияния на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Орловской области. Учитывались также экологические аспекты применения удобрений и средств химизации, их экономическая эффективность.

Исследования проводились в 2012-2013 годах в НОПЦ «Интеграция» расположенном в Орловском районе Орловской области.

Почва опытного участка темно-серая лесная, гранулометрический состав среднесуглинистый, содержание гумуса 4,48 %, подвижного фосфора 14,0-16,5 мг/100 г почвы, обменного калия 14,7-16,0 мг/100 г почвы (по Кирсанову), рН почвенного раствора 5,9-6,5, сумма поглощённых оснований 16,2-17,6 мг*экв. на 100 г почвы, гидролитическая кислотность 2,22-2,25 мг*экв. на 100 г почвы.

Объект исследования – яровая пшеница сорта Дарья. Технология возделывания соответствует зональной. Повторность в опыте трехкратная, площадь опытной делянки 21,6 м².

В целом годы исследований характеризовались очень ранней весной с хорошим запасом влаги в течение всего периода вегетации.

В опыте изучали влияние нового жидкого азотного удобрения Страда N, аммиачной селитры на фоне разных систем защиты растений на урожайность яровой пшеницы (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

Системы защиты (А)	Минеральные удобрения (В)
Без системы защиты	1. Контроль N ₂₃ P ₆₀ K ₆₀ – фон
	2. Фон + Страда N – выход в трубку
	3. Фон + Аммиачная селитра – выход в трубку
Гербицид Дифезан + фунгицид Инплант	4. Контроль N ₂₃ P ₆₀ K ₆₀
	5. Фон + Страда N – выход в трубку
	6. Фон + Аммиачная селитра – выход в трубку
Гербицид Димесол + фунгицид Фолинон	7. Контроль N ₂₃ P ₆₀ K ₆₀
	8. Фон + Страда N – выход в трубку
	9. Фон + Аммиачная селитра – выход в трубку

На вариантах опыта вносили в фазу кущения гербициды Дифезан и Димесол с нормой расхода 0,2 л/га и 0,15 л/га; фунгициды Фолинон и

Инплант в фазу выхода в трубку – колошения с нормой расхода 1,0 л/га и 0,5 л/га с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Каждая система защиты испытывалась на трех уровнях минерального питания: 1 вариант контроль – $N_{23}P_{60}K_{60}$ (фон), 2 вариант – фон + Страда N в дозе 5,0 л/га, 3 вариант – фон + аммиачная селитра в дозе N_{37} . В фазу колошения на всех вариантах опыта был внесен фон инсектицид Искра М, 52,5 % КЭ 1 л/га против тли и трипсов. Сорняки учитывали до опрыскивания посевов, через 30 дней и перед уборкой урожая. Основной болезнью яровой пшеницы в годы исследований была мучнистая роса. В результате ее развития сбор урожая может снижаться на 25% и более. Это происходит в результате уменьшения ассимилирующей поверхности растений, нарушения биохимических процессов, водного баланса, снижения засухоустойчивости [5, с. 29].

Определение мучнистой росы на пшенице проводили в фазу кущения, выхода в трубку и колошения по общепринятым методикам ВИЗР (1985). Уборку урожая проводили в фазу полной спелости зерна.

Широкое применение гербицидов вызвано необходимостью сократить потери урожая, связанные с конкуренцией между сорными и культурными растениями за условия внешней среды. На засоренных посевах не дает полной отдачи использование минеральных удобрений, высокопродуктивных сортов и других факторов повышения урожая. В связи с этим, одной из задач наших исследований, являлось изучение действия гербицидов Дифезан и Димесол на разных фонах минерального питания.

Видовой состав сорных растений в посевах пшеницы был представлен в основном малолетними видами с преобладанием мари белой, пикульника красивого, звездчатки средней, торицы обыкновенной, щирицы запрокинутой, ярутка полевой, редькой дикой и многолетними видами такими как осот полевой, вьюнок полевой и осот розовый.

Исходная засоренность опыта в годы исследований представлена в таблице 2. Количество сорных растений колебалось от 91,3 до 159,2 шт./м². Через 30 дней после обработки посевов гербицидом общее количество сорняков по вариантам опыта снизилось со 103,1 на контроле до 1,6 шт./м² на варианте 9, где применялся гербицид Димесол.

На вариантах без применения гербицидов произошло незначительное снижение сорных растений за счет влияния на них вегетативной массы пшеницы. На 3 варианте отмечено увеличение числа сорняков на 9,1 шт./м² в результате увеличения числа многолетних видов (осот полевой и осот розовый).

Таблица 2

Эффективность гербицидов на посевах яровой пшеницы (в среднем за 2012-2013 гг.)

Системы защиты (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Количество сорных растений, шт. /м ²		Биологическая эффективность гербицида, %
		До обработки	Через 30 дней	
Без системы защиты	1	159,2	133,1	–
	2	140,6	128,0	–
	3	110,6	119,4	–
Гербицид Дифезан + фунгицид Инплант	4	131,6	5,6	87,5
	5	112,7	–	100
	6	91,3	–	100
Гербицид Димесол + фунгицид Фоли- нор	7	110,2	5,8	84,6
	8	124,6	3,0	92,9
	9	121,5	1,6	97,5

Обработка посевов пшеницы гербицидом Дифезан способствовала полному уничтожению сорных растений на вариантах с внесением азотных удобрений. Эффективность препарата составила 100,0%. Количество сорняков на вариантах 4-6 снизилось на 95,7-100,0% соответственно за счет действия двух действующих веществ гербицида Дифезан: хлорсульфурина и кислоты дикамбы. При сложившихся погодных условиях (достаточное количество влаги в период вегетации) хлорсульфурин оказал длительное и значительное действие на сорные растения.

Применение гербицида Димесол способствовало сокращению численности сорных растений до 5,8-1,6 шт./м². Максимальная эффективность получена на варианте с внесением аммиачной селитры и составила 97,5%.

Таким образом, наиболее эффективным был гербицид Дифезан, 36% ВР в дозе 0,2 л/га на вариантах с внесением азотных удобрений. Биологическая эффективность его составила 100,0%.

Одним из наиболее мощных факторов подавления мучнистой росы является применение фунгицидов.

Таблица 3

Влияние фунгицидов на распространенность и развитие мучнистой росы на посевах яровой пшеницы (в среднем за 2012-2013 гг.)

Системы защиты (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Распространенность болезни, %		Развитие болезни, %		БЭФ %
		Выход в трубку	Колошение	Выход в трубку	Колошение	
Без системы защиты	1	57,1	100,0	2,8	35,0	–
	2	53,1	100,0	3,4	37,5	–
	3	51,7	100,0	3,7	39,8	–
Гербицид Дифезан + фунгицид Инплант	4	49,6	100,0	2,6	10,0	74,3
	5	58,7	100,0	2,4	2,0	94,5
	6	57,2	99,5	1,6	6,0	84,2
Гербицид Димесол + фунгицид Фоли- нор	7	49,4	87,2	1,3	8,0	79,5
	8	51,4	93,6	1,5	4,0	89,7
	9	51,9	94,8	1,4	6,0	84,6

Для защиты растений яровой пшеницы в процессе вегетации предусматривалась однократная обработка посевов фунгицидами Инплант и Фолинон в фазу выхода в трубку – колошения.

В результате исследований установлено, что распространенность мучнистой росы в фазу выхода в трубку и колошения колебалась от 49,4 до

100%. Степень развития болезни в фазу выхода в трубку была невысокой и составила 1,3-3,7%. Каких-либо закономерностей по вариантам опыта не прослеживалось. В фазу колошения степень развития мучнистой росы резко изменилась. Без системы защиты она колебалась от 35,0 до 39,8% и с увеличением доз азота на втором и третьем вариантах повысилась на 2,5-4,8% соответственно по сравнению с контролем.

Применение фунгицида Инплант в дозе 0,5 л/га способствовало снижению заболевания с 10,0% на контроле до 2,0% на варианте с внесением азотного удобрения Страда N. При обработке посевов фунгицидом Фолинон степень развития мучнистой росы колебалась от 8,0 до 4,0%. Максимальная биологическая эффективность фунгицидов получена на варианте с применением азотного удобрения Страда N и составила 94,5 и 89,7% соответственно.

Проанализировав полученные данные можно сделать вывод, что на посевах яровой пшеницы в условиях Орловской области против мучнистой росы целесообразно применение фунгицида Инплант.

Результаты исследований показывают заметное влияние на урожайность яровой пшеницы удобрений и средств химизации (таблица 4).

В результате исследований было установлено, что на вариантах без системы защиты с увеличением фона питания урожайность возросла на 1,8 – 2,1 ц/га и составила 27,4-28,7 ц/га. Существенной разницы между внесением удобрений Страда N и аммиачной селитры не наблюдалось.

Применение гербицида Дифезан и фунгицида Инплант увеличило урожайность на 13,5 и 13,2 ц/га по сравнению с контролем. Внесение минеральных удобрений позволило дополнительно получить 7,5 и 7,2 ц/га соответственно. Существенных различий между этими вариантами не отмечено. Анализ действия этих удобрений с точки зрения дозы внесения показал, что более эффективным являлось азотное удобрение Страда N. Аммиачной селитры вносилось 109 кг/га (N_{37}), а Страды N – 5 л/га ($N_{1,35}$). Лучший эффект жидкого азотного удобрения Страда N объясняется тем, что элементы питания быстро проникают в клетки и проводящую систему растений, усиливаются биохимические и физиологические процессы, особенно ростовые и синтез белка, макро- и микроэлементы в комплексе способствуют ускорению перехода азота в органическую форму, при неблагоприятных условиях снижает стрессы.

Обработка посевов пшеницы гербицидом Димесол и фунгицидом Фолинон способствовала повышению урожайности на 9,8-10,0 ц/га по сравнению с контролем без системы защиты и на 4,5-4,7 ц/га на вариантах с применением азотных удобрений. Используя эту систему защиты, было также не выявлено значительных различий между вариантами 8 и 9.

Полученные результаты показали, что каждый из средств химизации направлен на формирование более высокого урожая.

Таблица 4

**Влияние уровня применения средств химизации на урожайность яровой пшеницы
(в среднем за 2012-2013 гг.)**

Системы защиты (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Урожайность, ц/га	Прибавка	
			к контролю (фон)	к контролю
Без системы защиты	1	25,6	—	—
	2	27,4	1,8	—
	3	28,7	2,1	—
Гербицид Дифезан + фунгицид Инплант	4	31,6	5,0	—
	5	39,1	13,5	7,5
	6	38,8	13,2	7,2
Гербицид Димесол + фунгицид Фолинон	7	30,9	5,3	—
	8	35,4	9,8	4,5
	9	35,6	10,0	4,7

Таким образом, наиболее эффективным на посевах яровой пшеницы было использование минерального удобрения Страда N в дозе 5 л/га на фоне N₂₃P₆₀K₆₀ при условии последовательного сочетания его с гербицидом Дифезан и фунгицидом Инплант, в результате чего была получена урожайность 39,1 ц/га. Прибавка к абсолютному контролю (вариант 1) составила 13,5 ц/га.

Сравнительная оценка применения аммиачной селитры и удобрения Страда N показала, что с экономической точки зрения более эффективным оказалось внесение Страды N. Чистый доход от внесения этого удобрения составил 1465,8 тыс. рублей, а аммиачной селитры – 1364,4 тыс. рублей. Себестоимость зерна была на 6,6% меньше, чем при использовании аммиачной селитры.

Фоны питания оказали влияние на натуру зерна яровой пшеницы. При проведении азотных подкормок лучший результат получен на варианте с внесением жидкого азотного удобрения Страда N в фазу выхода в трубку с применением средств защиты растений. Натурная масса зерна составила 663 и 660 г/л, что на 2,9 и 2,5 % больше контроля. Проведенные подкормки не повлияли на содержание протеина и крахмала. Отмечалось повышение клейковины при внесении жидкого азотного удобрения Страда N в фазу выхода в трубку на 5,3% по сравнению с контролем и снижение ее содержания на вариантах без применения средств химизации.

Список литературы

1. Вильдфлуш, И.Р. Эффективность комплексного применения жидкого азотного удобрения и средств защиты растений при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистой почве [Текст] / И.Р. Вильдфлуш, А.Р. Цыганов, П.А. Саксевич, Д.Н. Прокопенков // Агрохимия. – 2005. – № 6. – С. 36-44.

2. Добахова, Е.В. Влияние сложных удобрений и тукосмесей на продуктивность яровой пшеницы [Текст] / Е.В. Добахова, В.И. Титова, А.А. Тихонов // Агрохимический вестник. – 2011. – № 2. – С. 29-31.

3. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве / ВИЗР. – М., 1985. – 47 с.

4. Немченко, В.В. Эффективность систематического применения гербицидов и азотных удобрений при выращивании яровой пшеницы [Текст] / В.В. Немченко, Л.Д. Рыбина // Агрохимия. – 2007. – № 3. – С. 41-46.

5. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур [Текст] / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер. – Изд-во Ландвиртшафтсферлаг ГмбХ, 48084 Мюнстер, 2004 БАСФ АГ, 67114 Лимбургерхоф. – 192 с.

ПОСТЕПЕННЫЕ РУБКИ В ЛИСИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

Григорьева О.И.

доцент кафедры лесоводства Санкт-Петербургского лесотехнического университета, канд. с.-х. наук, доцент,
Россия, г. Санкт-Петербург

Головина А.В.

студент,
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассматриваются итоги проведения постепенных рубок в Лисинском лесничестве Ленинградской области. Постепенные рубки мероприятие более сложное, чем проведение сплошных рубок. Но с точки зрения сохранения природной среды более приемлемое.

Ключевые слова: постепенные рубки, естественное возобновление, прием.

Первый объект заложен в 1962 г. сотрудниками кафедры лесоводства в елово-лиственном древостое. На опытном участке проведены два приема равномерно-постепенной рубки. Почва среднеподзолистая суглинистая свежая на валунном суглинке. Тип леса – ельник кисличный. Класс бонитета – II. Под пологом древостоя имелся угнетенный подрост ели 15 тыс. шт./га. После первого приема рубки сохранность подроста составила 86%. Интенсивность разреживания по запасу составила 40%. Таксационные показатели насаждения до и после рубок приведены в табл. 1.

Лесосечные работы проводились с применением трактора ТДТ-40. Делянка разбивалась на пасеки шириной 40 м, волок – 4 м. Валка деревьев проводилась бензопилой, древесина трелевалась в хлыстах, порубочные остатки укладывались на трелевочный волок. В 1979 г. проведен второй (окончательный) прием рубки. Работы проводились по вышеназванной технологии. Сохранность подроста ели составила 79%. На лесосеке осталось достаточное количество жизнеспособного елового подроста (10,5 тыс. шт./га). Показатели сформированного молодняка свидетельствуют о благоприятных возобнови-

тельных процессах в лесном биогеоценозе. Формируется тип леса – ельник разнотравный.

Таблица 1

Характеристика опытного объекта № 1

Таксационные показатели древостоя	До рубки	После рубки		
		через год	через 17 лет	через 38 лет
Состав древостоя	3Е5Б2Ос	4,8Е4,6Б 0,60с	4,6Е4,0Б 1,4 Ос	10Е
Возраст, лет	90-100	90-100	110-130	20
Густота древостоя, дер./га	248	189	178	5500
Средний диаметр древостоя, см	24,3	24,0	25,4	4,5
Средняя высота древостоя, м	25,2	24,8	25,6	4,0
Относительная полнота	0,6	0,4	0,5	0,6
Запас, м ³ /га	279	199	252	30

В живом напочвенном покрове встречаются иван-чай, папоротник Линнея, вейник лесной, черника, таволга вязолистная, хвощ лесной и другие. Разнородные элементы растительности в живом напочвенном покрове являются следствием завершённой рубки. Наличие последних видов – таволги и хвоща свидетельствует об элементах проточного переувлажнения почвы и сдвига ценоза в сторону приручейного (логового) типа леса. Для условий Лисинского лесхоза это достаточно типичный случай трансформации кисличников, особенно после проведения рубки. Со временем, по мере формирования молодого древостоя и нарастания его продуктивности, можно ожидать последовательного восстановления исходного типа леса.

Таблица 2

Характеристика опытного объекта в 2014 году

Таксационные показатели древостоя	2014 г.
Состав древостоя	7ЕЗБед.Ос
Возраст, лет	34
Густота древостоя, дер./га	1200
Средний диаметр древостоя, см	14,7
Средняя высота древостоя, м	14,0
Относительная полнота	0,7
Запас, м ³ /га	153

Следующий участок был заложен доц. Шишковым И.И. в 1963 году в лиственно-еловом древостое. Рубка была проведена на площади 2 га в квартале 202 Лисинского лесничества. Изначально под пологом древостоя отмечалось достаточное количество елового подроста группового размещения (более 5 тыс. шт./га), поэтому планировалось провести два приема рубки. В первый прием вырубili до 40% общего запаса деревьев осины и крупной ели. В пасаеках интенсивность рубки составила 28% по запасу. Участие ели в составе составляло 5 единиц, полнота древостоя – 0,7. Лесосечные работы

проводились комплексной бригадой из 4 человек по технологии ЛТА (технология механизированных двухприемных постепенных рубок). Валка деревьев производилась бензопилой «Дружба», трелевка – гусеничным трактором ТДТ-40. Сохранность подроста составила 86%. До рубки жизнеспособный средний еловый подрост составлял 30%, нежизнеспособный – около 70%. Подлесок был представлен единичными экземплярами рябины и жимолости. Второй прием рубки не проводился. Характеристика опытного участка до и после рубки дана в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика опытного объекта № 2

Таксационные показатели древостоя	До рубки	После рубки	
		в первый год	через 37 лет
Состав древостоя	5Е4Б1Ос	5Е5Б	1 ярус: 4,5Е5,5Б II ярус: 10Е
Количество деревьев на 1 га, шт.	626	374	I ярус – 260 II ярус – 1800
Средний диаметр древостоя, см	26,7	24,5	I ярус – 28,6 II ярус – 6,8
Средняя высота древостоя, м	25,6	25,0	I ярус – 26,2 II ярус – 8,0
Относительная полнота	0,7	0,5	I ярус – 0,7 II ярус – 0,2
Класс бонитета	II	II	II
Класс возраста	V	V	VII
Запас, м3/га	330	199	305

Под пологом имеется нежизнеспособный подрост ели (360 шт./га), в подлеске встречается рябина. В живом напочвенном покрове представлены основные индикаторы и фоновые виды: черника, кислица, костяника, майник двулистный, золотарник, в просветах полога встречаются злаки – ветвистый лесной и луговик извилистый. Обильны зеленые мхи, сфагнум. Степень проективного покрытия травяно-моховым покровом составляет около 75%, тогда как до рубки она была всего 40%. Тип леса практически не изменился: ельник кислично-черничный. Сохранилась и характеристика почвы: модергумусная среднеподзолистая суглинистая на валунном суглинке. Известно, что с увеличением доли ели в составе древостоя численность подроста возрастает [1].

Сложная структура древостоя является следствием восстановительных реакций, направленных на повышение устойчивости фитоценоза. Компенсация потерь в биокруговороте (в связи с разреживанием древостоя) осуществляется за счет повышения продуктивности ЖНП и развития яруса подроста.

Характеристика опытного объекта №2

Таксационные показатели древостоя	2014 г.
Состав древостоя	І ярус: 5,1Е4,9Б ІІ ярус: 10Е+Ос
Количество деревьев на 1 га, шт.	І ярус – 335 ІІ ярус – 1776
Средний диаметр древостоя, см	І ярус – 29,3 ІІ ярус – 11,7
Средняя высота древостоя, м	І ярус – 25,4 ІІ ярус – 13,5
Относительная полнота	І ярус – 0,6 ІІ ярус – 0,
Класс бонитета	ІІ
Класс возраста	VII
Запас, м3/га	411

На первом объекте, проведение двухприемной рубки привело к замене лиственно-елового древостоя на еловый молодняк. При этом количество подроста на участке составляет 3,5 тыс. экз. на га.

На втором объекте запас и полнота древостоя восстановились до исходного уровня. Рубка фактически стимулировала усложнение структуры древостоя – из одноярусного древостоя сформировался двухъярусный со значительным участием ели под основным пологом.

Список литературы

1. Беляева Н.В., Грязькин А.В., Гуталь М., Калинин П.М. Влияние технологии несплошных рубок и состава материнского древостоя на успешность возобновления ели [Текст] / Беляева Н.В. // Лесной журнал. – 2007. – №6. – С.39-46.

ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Данченко М.А.

доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства Томского государственного университета, канд. геогр. наук, доцент,
Россия, г. Томск

В статье рассматриваются вопросы функционирования лесного сектора экономики России. Рациональное лесопользование является серьезной проблемой, так как рыночная экономика не может создать оптимальных условий использования лесных ресурсов. В работе подчеркивается значение леса, как экологического фактора, а также важность лесных ресурсов, как экономического блага.

Ключевые слова: лесные ресурсы, лесопользование, лесные экосистемы.

Основной задачей лесохозяйственного производства всегда оставалась организация непрерывного и неистощительного лесопользования. Обычно расчет пользования проводился и проводится на принципах постоянства и

неистощительности, но вследствие несовершенства методов расчета пользования, организационных и технологико-экономических причин, повсеместно наблюдается истощение сырьевых ресурсов.

Принцип непрерывного и неистощительного лесопользования первоначально вошел в теорию под названием принципа постоянства пользования лесом. Но под этим термином понимали непрерывность лесопользования во времени в отличие от периодического или временного пользования лесом. Однако пользование лесом может быть непрерывным и вместе с тем неравномерным, что вызывает осложнение лесоснабжения и нарушает ритм работы лесозаготовителей. Поэтому был введен принцип постоянства и равномерности лесопользования. Имелось в виду, что пользование лесом и его нормирование в среднем за более или менее продолжительный период времени не должны сильно колебаться [1].

Г. Ф. Морозов [3] считал, что рубка леса и его возобновление являются двумя сторонами одного процесса. В этой формуле четко отражена главная идея: необходимость сбалансированности лесопользования и лесовосстановления. Однако она не означает ни технологического, ни организационного единства этих процессов, так как лесопользование является следствием потребности в лесных ресурсах и результатом человеческого труда, тогда как восстановление лесов – естественное природное свойство лесов. Труд человека не всегда обязателен для процесса лесовосстановления и лишь в малой степени преобразует его в интересах интенсификации удовлетворения потребности в лесных ресурсах.

М. М. Орлов [4] считал, что то состояние леса, которое наилучшим образом будет отвечать всем предъявляемым к нему требованиям со стороны рационального хозяйства, называется нормальным. Нормальный лес должен иметь максимальный средний прирост, все классы возраста в нем должны быть представлены одинаковыми площадями, нормально размещенными в пространстве, качество прироста и запаса должно обеспечивать постоянный и наивысший лесной доход. М. М. Орлов [4] полагал, что теория нормального леса является неперенным следствием содержания и целей рационального лесного хозяйства, техническое оформление идеи нормального леса должно быть различным для каждой формы хозяйства.

Основой современного лесопользования является возрастная структура лесов и расчетная лесосека. При обосновании размера пользования принимается одна из возрастных лесосек. Норма отпуска леса на корню устанавливается исходя из производственной мощности лесозаготовительного предприятия. Однако практика показывает, что на вновь осваиваемых территориях возрастная лесосека равномерного пользования оказывается завышенной, так как не учитываются площади, требуемые под строительство дорог, а также доступность и полнота освоения лесных ресурсов.

Понимая интенсификацию лесного хозяйства как систему мероприятий, связанных с вложением в лесной фонд труда и средств, важно определить экономичность и эффективность проводимых работ. Лесохозяйственные работы следует планировать и проводить в объемах, обеспечивающих расширенное воспроизводство лесных ресурсов, поддержание и усиление

устойчивости лесных экосистем и выполнение многообразных полезных функций.

Перевод лесохозяйственного производства на рыночные отношения, организация непрерывного и неистощительного пользования лесными ресурсами невозможны без создания новой нормативной базы, а также эффективно действующих органов управления. Переход на неистощительное лесопользование требует проведения обширных научных исследований по выявлению закономерностей функционирования природных комплексов, их экологической устойчивости, допустимых пределов антропогенного воздействия. В настоящий переходный период, когда выход из сложного экономического положения страны экономисты видят в активизации использования сырьевых ресурсов, проблема непрерывного и неистощительного использования приобретает актуальное значение [1, 2].

Список литературы

1. Данченко М.А. Эколого-экономическая система рационального лесопользования: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Томск, 2000.
2. Данченко М.А. Оценка недревесных полезностей леса. Экологический и экономический методы // Вестник Томского государственного университета. 2007. N 294. С. 236-237.
3. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. М.; Л.: Госиздат, 1926.
4. Орлов М.М. Лесоустройство. Л.: Изд-во журнала «Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо», 1927.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ *ESCHINACEA PURPUREA* (L.) MOENCH К БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ

Дащенко А.В.

соискатель кафедры фитопатологии

Харьковского национального аграрного университета им. В.В. Докучаева,
Украина, г. Харьков

Мищенко Л.Т.

ведущий научный сотрудник кафедры вирусологии Киевского национально-
го университета имени Тараса Шевченко, доктор биол. наук, профессор,
Украина, г. Киев

Петренко В.П.

главный научный сотрудник лаборатории устойчивости к биотическим фак-
торам Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН,
доктор с.-х. наук, профессор, член-корр. НААН,
Украина, г. Харьков

Некорневая обработка посевов эхинацеи сорта Принцесса эпином и гуматами в полевых условиях повысила адаптационный потенциал эхинацеи, что способствовало увеличению урожайности. Снижение пораженности фитопатогенами обработанных растений свидетельствует о формировании неспецифической стойкости эхинацеи к биотическим

факторам. Подтверждена возможность индукции устойчивости к вирусам растений, выросших из семян, прошедших предпосевную обработку в клиностате «Цикл-2» моделирующем условия микрогравитации.

Ключевые слова: эхинацея пурпурная, неспецифическая стойкость, биотические факторы, ВОР, ВПУТ, клиностатирование

Предыдущими исследованиями установлено, что эхинацея пурпурная сорта Принцесса поражается вирусными инфекциями в центральной Лесостепи Украины от 10 до 50 % и выше [4, 9]. Выявлено вредоносное воздействие вирусов на урожай и качество лекарственного растительного сырья – существенное снижение содержания гидроксикоричных кислот (цикориевой и кафтаровой), фотосинтетических пигментов [8, 9], накопление тяжелых металлов в траве эхинацеи [3]. Ранее была установлена семенная вирусная инфекция (ВОР) эхинацеи [7] и показана возможность использования клиностатирования для опосредованного повышения вирусостойкости женьшеня [6].

Высокая степень пораженности растений и вредоносность вирусов обуславливают необходимость поиска безопасных средств защиты эхинацеи от вирусных инфекций. Известно, что использование химических соединений не всегда эффективно и безопасно, так как вирус локализован в клетках растений. Использование многих химических средств защиты вообще запрещено в лекарственном растениеводстве, поэтому постоянно идет поиск новых безопасных средств защиты. Считаем, что индуцированная устойчивость, которая использует природные защитные механизмы растительной клетки, является альтернативным и экологически безопасным методом защиты растений. Современные исследования влияния моделированной микрогравитации на протекание вирусной инфекции в растениях картофеля и пшеницы свидетельствуют о снижении концентрации вирусов в таких условиях [6]. Препараты биологического происхождения (Микосан, Наномикс и Фитоспорин) также перспективны для повышения урожайности эхинацеи и устойчивости к фитопатогенам [2]. Применение стимуляторов роста позволяет усилить эффективность физиологических процессов в растении, что обеспечивает повышение урожайности, активацию корнеобразования. Кроме того, растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным факторам окружающей среды и патогенам [10]. Поэтому цель нашей работы заключалась в исследовании последствий предпосевного клиностатирования вирусинфицированных семян эхинацеи и оценка эффективности применения препаратов эпина и гуматов на посевах эхинацеи в полевых условиях.

Материалы и методы. Для диагностики вируса пятнистого увядания томатов (ВПУТ), вируса огуречной мозаики (ВОР) и определения их концентрации использовали иммуноферментный анализ (ИФА). Твердофазный ИФА в варианте DAS (double antibody sandwich – двойной сэндвич) проводили в полистироловых планшетах "Labsystems" в трех повторностях по [1, 11], используя тест-системы производства LOEWE (Германия). Оптическую плотность (ОП) продукта ферментативной реакции регистрировали при двух длинах волн 405/630 нм на ридере Termo Labsystems Opsis MR (USA) с про-

граммным обеспечением Dynex Revelation Quicklink. В работе использовали Клиностат «Цикл-2», который реализует несколько вариантов переориентации растений относительно вектора ускорения силы земного притяжения [6]. Контролем служили хранимые неподвижно (в статических условиях) семена, полученные из вирусинфицированных растений эхинацеи.

Гуматы (фенолсодержащие препараты природного происхождения – оксидат торфа и гидрогумат) были предоставлены учеными РУП «Институт природных соединений» и эпин – «Институт защиты растений» НАН Беларуси. На растениях эхинацеи пурпурной применяли двухразовую внекорневую обработку этими препаратами в полевых условиях на естественном инфекционном фоне на опытном поле ЧП «Корытищанское» Киевской обл. в 2012-2014 гг. Размер учетной делянки составлял 10 м², повторность – 4-х кратная. Проводили учет урожая и оценку пораженности фитопатогенами – вирусными болезнями. Оценка достоверности полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа [5] с использованием статистических функций компьютерных программ Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. Проведенные исследования показали, что предпосевная обработка семян эхинацеи в клиностате «Цикл-2» на протяжении 15-25 суток с последующим посевом их в полевых условиях, положительно повлияла на устойчивость растений к поражению вирусными инфекциями и другими фитопатогенами. Визуальными наблюдениями и методом ИФА выявлено, что в растениях эхинацеи, выросших из клиностатированных (горизонтальное и вертикальное клиностатирование) семян и имеющих слабые симптомы мозаики (1 балл, по 6-ти бальной шкале), отсутствуют антигены вируса огуречной мозаики (ВОМ). Также установлено, что показатели ОП контрольных образцов с жесткими симптомами при тестировании на содержание антигенов ВОМ превышали отрицательный контроль более чем в три раза, что может свидетельствовать об активном накоплении в контрольных растениях этого вируса (табл. 1). Бал поражения таких растений составил 5, что свидетельствует о высокой инфекционной нагрузке.

Таблица 1

Определение антигенов вирусов в образцах растений эхинацеи, выращенных из семян клиностатированных разными способами

Вариант	Симптомы	Оценка степени пораженности растений		
		ВОМ (ОП)	% пораженных растений	средний балл пораженности
Контроль*	жесткие симптомы мозаики	0,360±0,002	75±2,0	5
Горизонтальное клиностатирование	слабые симптомы мозаики	0,102±0,002	10±1,5	1
Вертикальное клиностатирование	слабая хлоротичная мозаика	0,098±0,011	8±0,5	1
Негативный контроль		0,040		
Позитивный контроль		0,348		

* семена вирусинфицированных растений хранившиеся в статических условиях

Эти результаты подтверждают ранее полученные данные в исследованиях женьшеня [6]. Растения, выращенные из клиностатированных семян женьшеня, не имели внешних признаков вирусного заболевания. Зато контрольные растения были с симптомами карликовости и деформации листовой пластинки. Методом электронной микроскопии установлено, что растения, выращенные из семян больных растений, которые подвергались клиностатированию, не содержали вирусных частиц, по сравнению с контролем.

Наши исследования показали, что клиностатирование вирусинфицированных семян эхинацеи приводит к элиминации вирусов из семян, не влияя при этом на их способность к прорастанию и получению, в конечном итоге, здоровых растений.

Проведенные полевые исследования с использованием внекорневых обработок (опрыскивание) растворами эпина и гуматами показали их положительное влияние на снижение пораженности фитопатогенами (уменьшение содержания ВОМ и ВПУТ) и урожай травы эхинацеи и корней с корневищами растений первого, второго и третьего годов выращивания. Некоторые результаты этих исследований на посевах первого года выращивания эхинацеи показаны табл. 2.

Таблица 2

Выявление антигенов вирусов в образцах растений эхинацеи первого года выращивания и эффективность обработки посевов препаратами эпин и гуматами

Вариант	Оценка степени пораженности			Балл пораженности	Биологическая урожайность сухой массы			
	ОП, ВОМ	ОП, ВПУТ	% поражен- ных расте- ний		трава		корни с корне- вищами	
					ц/га	% к кон- тролю	ц/га	% к кон- тролю
Контроль	0,340±0,003	0,360±0,002	38±2,0	5	25,0	100	6,3	100
Эпин, 0,1 мкг/л	0,140±0,011	0,198±0.018	15±1,5	2	30,9	123,6	7,5	119,0
Оксидат торфа, 0,1 %	0,148±0,008	0,205±0,012	23±2,3	3	31,8	127,2	7,7	122,2
Гидрогумат, 0,1 %	0,135±0,009	0,190±0,015	21±2,5	3	32,6	130,4	7,8	123,8
Негативный контроль	0,038±0.003	0,056±0,013						
Позитивный контроль	0,350±0,060	0,398±0,071						
НСР ₀₅					2,3		1,1	

Результаты исследований свидетельствуют о том, что брассиностероиды (эпин) способствуют уменьшению проявления внешних симптомов вирусных инфекций ВОМ и ВПУТ, повышают урожайность сухой массы травы и корней на 23 % и 19 %, по сравнению с контролем. Известно, что брассиностероиды могут модифицировать действие эндогенных фитогормонов растения и, таким образом, формируют у него адаптационные реакции [12]. Следует отметить положительное влияние гуминовых препаратов (гуматы – ок-

сидат торфа и гидрогумат) на урожайность травы эхинацеи (27...30 %) при несколько уменьшенном уровне пораженности (до 23 %) по сравнению с обработками Эпином.

Таким образом, данные по снижению содержания антигенов вируса в растениях эхинацеи, обработанных рострегуляторами, могут свидетельствовать в пользу того, что эти вещества индуцировали их защитные реакции. Используемые нами рострегуляторы природного происхождения (оксидат торфа и гидрогумат) содержат высокую концентрацию фенольных соединений – компонентов вторичного метаболизма растений, которые могут выступать в роли активных факторов в формировании неспецифической устойчивости растений эхинацеи к вирусной инфекции.

Предложенные способы использования эпина и гуминовых препаратов позволяют повысить устойчивость к вирусам и общий адаптационный потенциал растений эхинацеи в условиях возрастания негативных факторов окружающей среды. Полученные нами результаты могут использоваться в лекарственном растениеводстве для повышения адаптационного потенциала растений к биотическим факторам. Клиностати́рование вирусинфицированных семян может быть рекомендовано как действенный эргономичный и экологически безопасный метод защиты растений *Echinacea purpurea* от вирусной инфекции (ВОМ), который может быть внедрен в технологию получения оздоровленного посевного материала эхинацеи *Echinacea purpurea* (L.) Moench – этой уникальной лекарственной культуры. Подтверждена возможность индукции устойчивости к вирусам растений в условиях моделированной микрогравитации.

Список литературы

1. Гнутова Р.В. Серология и иммунохимия вирусов растений [Текст] / Р.В. Гнутова // – М.: Наука, 1993. – 301 с.
2. Губанев А.Г. Эффективность применения биологических препаратов и капельного орошения на культуре эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) [Текст] / А.Г. Губанев [и др.] // Материалы Международной научной конференции «Инновационные подходы к изучению эхинацеи», Полтава, 25–27 июня 2013 г. – С. 31-36.
3. Дашенко А.В. Влияние вирусной инфекции на элементный состав растений эхинацеи пурпурной [Текст] / А.В. Дашенко, А.А. Дунич, Л.Т. Мищенко // Таврический научный вестник. – 2010. Вып. 71, Ч.2. – С.130-138.
4. Дашенко А.В. Мониторинг вирусных болезней лекарственных растений семейства *Asteraceae* [Текст] / А.В. Дашенко // Карантин и защита растений. – 2014. – № 2. – С. 10-14.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов// — 5-е изд., доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Дунич А.А. Влияние моделированной микрогравитации на вирусы, поражающие растения *Panax ginseng* SA Meyer [Текст] / А.А. Дунич, Л.Т. Мищенко // Мат-лы 14-й Украинской конф. по космическим исследованиям (г. Ужгород 8-12 сентября 2014 г.). – Ужгород. – С. 49.
7. Коренева А.А. Биологические свойства вирусов лекарственных растений [Текст] / А.А. Коренева // – Автореф. канд. биол. наук, спец. 03.00.06 – вирусология. – Киев, 2009. – 24 с.

8. Мищенко Л.Т. Вирусные инфекции лекарственных растений и их влияние на содержание биологически активных веществ [Текст] / Л.Т. Мищенко [и др.] // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2013. – № 9. – С. 20-25.
9. Мищенко Л.Т. Влияние вирусной инфекции на содержание гидроксикоричных кислот в эхинаее пурпурной в зависимости от года вегетации и фазы развития растений [Текст] / Л.Т. Мищенко, А.А. Дунич, А.В. Дашенко // Материалы междунар. конф. «Инновационные подходы к изучению эхинаеи». 25-27 июня 2013 г.) – Полтава. – С. 69-78.
10. Решетник Г. В. Влияние биологически активных препаратов «Сфагнин» и «Гидрогумат» на формирование неспецифической устойчивости растений зерновых культур к поражению вирусной инфекцией [Текст] / Г.В. Решетник, Л.Т.Мищенко, Г.В.Макарова // Природопользование. – Минск, Беларусь, 2008. – Вып. 14. – С. 236-240.
11. Crowther J.R. ELISA. Theory and practice [Текст] / Crowther J.R., – Humana Press, N.Y. – 1995. –223 p.
12. Bishop G.J. Plants steroid hormones, brassinosteroids: current highlights of molecular aspects on their synthesis metabolism, transport, perception and response [Текст] / Gerard J. Bishop, Takao Yokota / Plant Cell Physiol/ – 2001. – V.42, №2. – P. 114-120.

ВЛИЯНИЕ УХОДА ЗА ЛЕСОМ НА ОБЩУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Кондрашова Д.В.

студентка Санкт-Петербургского лесотехнического университета,
Россия, г. Санкт-Петербург

Григорьева О.И.

доцент кафедры лесоводства Санкт-Петербургского лесотехнического
университета, канд. с.-х. наук, доцент,
Россия, г. Санкт-Петербург

Мыщак Г.Я.

студентка Санкт-Петербургского лесотехнического университета,
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассматривается влияние рубок ухода и комплексного ухода за лесом на производительность сосновых древостоев. Для того, чтобы использовать их для ухода за лесом требуется определить их целесообразность с экономической и экологических точек зрения.

Ключевые слова: рубки ухода, производительность, комплексный уход, удобрения.

Объектами исследования являются чистые средневозрастные сосновые насаждения I/II классов бонитетов черничных типов леса. Постоянные пробные площади, заложенны в 1970-х гг. сотрудниками лаборатории лесоводства СПб-НИИЛХа (быв. ЛенНИИЛХ) под руководством проф. Сеннова С. Н., расположены на территории ГОЛХ «Сиверский лес» в Ленинградской области (табл. 1). Во всех случаях выделялись контрольные, разреженные рубками ухода, разреженные и удобренные варианты пробных площадей.

Таблица 1

Краткая характеристика постоянных пробных площадей

№ пробной площади Вариант опыта	Площадь, га	Год закладки Год последней таксации	Состав древостоя при закладке ПП Состав древостоя при последней таксации	Класс бонитета при закладке ПП Класс бонитета при последней таксации	Тип леса	Наименование почвы
<u>12-1</u> контроль	0,20	<u>1976</u> 2005	<u>10С+Б. ед.Е</u> 10С+Б. ед.Е	<u>II</u> I	С чер. вл.	Торфянисто-грубогумусный железисто-иллювиальный песчаный подзол на моренных валунных суглинках
<u>12-2</u> рубка (1973 г.)	0,20	<u>1976</u> 2005	<u>10С ед. Б, Е</u> 10С ₇₈	<u>II</u> I	С чер. вл.	
<u>12-3</u> рубка (1973 г.) + двукратное удобрение (1974, 1977 гг.)	0,20	<u>1976</u> 2005	<u>10С ед. Б, Е</u> 10С ₇₈	<u>II</u> I	С чер. вл.	

Примечания. Сосновые пробные площади: ПП серии 12 – Дружносельское лесничество, кв.8.

Опытные объекты представлены высокопродуктивными насаждениями I/II классов бонитета, произрастающими на дренированных слабоподзолистых почвах. Характерны признаки периодического переувлажнения почв.

Основными почвообразующими породами являются четвертичные моренные, водно-ледниковые и озерно-ледниковые осадки, подстилаемые девонскими песчаниками и песками.

Как правило, почвы характеризуются кислой реакцией. Содержание валового азота в почве находится на низком или среднем уровне обеспеченности, резкое содержание азота в дренированных лесных почвах оказывается тем фактором, который в первую очередь лимитирует рост древостоев. Все это создает предпосылки для обоснованного применения азотных удобрений в лесу. На слабодренированных почвах внесению удобрений должно обязательно предшествовать осушение. Нет оснований, бояться прогрессирующего закисления почвы в результате регулярного применения азотных удобрений, которого в лесу обычно не наблюдается. Часть почв испытала в прошлом заметное воздействие со стороны человека и вышла из сельскохозяйственного пользования, что, в целом, характерно для многих кисличников Северо-Запада.

Рубки ухода – поздние прореживания или ранние проходные, проводили по соответствующим правилам. Рубка с интенсивностью по запасу до 10% считается очень слабой; 11-20% слабой, 21-30% – умеренной, 31-40% – умеренно-сильной, 41-50% – сильной и свыше 50% – очень сильной. В качестве удобрения применяли гранулированную мочевины (карбамид), которую разбрасывали вручную по поверхности почвы в ближайший вегетационный пе-

риод после разреживания древостоя в мае-начале июня в дозе 150 кг/га азота по д.в. за один прием. Повторяемость внесения удобрения – двух- или трех-кратная с интервалом в 5 и 10 лет.

Таблица 2

Общая производительность еловых и сосновых древостоев по вариантам опыта

Серия пробных площадей	Пятилетие	Общая производительность по вариантам опыта				
		Контроль (К)	Рубка (Р)		Комплексный уход (Р+У)	
		м ³ /га	м ³ /га	в % к контролю	м ³ /га	в % к контролю
12	Закладка ПП	188	191	102	152	81
	1	253	237	94	203	80
	2	283	269	95	240	85
	3	341	309	91	284	83
	4	390	373	96	338	87
	5	430	429	100	386	90
	6	478	457	96	445	93
	7	510	516	101	499	98

Примечание. Под продуктивностью древостоя мы понимаем запас растущего древостоя + вырубленный запас; под общей производительностью – запас растущего древостоя + вырубленный запас + запас сухостоя (отпад)

В начале наблюдений общая производительность составляла 102% и 81% от уровня контроля через 35 лет она составила 101% и 98%. Эти результаты еще раз подтверждают выводы многих исследователей [1,2], что невозможно повысить общую производительность только рубками ухода. Однако следует отметить, что восстановление общей производительности древостоя, снизившейся по сравнению с контрольным вариантом в первые годы после рубок ухода, произошло уже через 10-20 лет. Правда, в дальнейшем, как показывают исследования, увеличения общей производительности по отношению к контролю не наблюдалось.

Кроме того, в дальнейшем общая производительность древостоя, пройденного комплексным уходом, повышается на 10-20% (табл.2). Объясняется это тем, что азотные удобрения, внесенные в разреженные ельники и сосняки, в противоположность варианту с рубками ухода, стимулируют биологическую активность почвы. В результате происходит активное высвобождение почвенных ресурсов, повышается интенсивность биокруговорота. Фитоценоз активно использует свободные ресурсы. Энергетический поток усиливается и реализуется, в первую очередь, через древостой, в котором по сравнению с контрольным вариантом повышается общая производительность.

Список литературы

1. Беляева Н.В. Закономерности функционирования сосновых и еловых фитоценозов южной тайги на объектах комплексного ухода за лесом [Текст] : дис. ... канд. с.-х. наук / Н.В. Беляева – Санкт-Петербург, 2006. – 186 с.
2. Сеннов С.Н., Григорьева О.И. Влияние метода рубок ухода на производительность и товарную структуру сосновых насаждений [Текст] С.Н. Сеннов. – Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Санкт-Петербург, 2004, №171. – С.5-10.

ТЕНДЕНЦИИ РОСТА ДРЕВОСТОЕВ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Кравченко Т.С.

студент Санкт-Петербургского лесотехнического университета,
Россия, г. Санкт-Петербург

Григорьева О.И.

доцент кафедры лесоводства Санкт-Петербургского лесотехнического
университета, канд. с.-х. наук, доцент,
Россия, г. Санкт-Петербург

Абдулова М.А.

студент Санкт-Петербургского лесотехнического университета,
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассматриваются результаты наблюдений на постоянных пробных площадях, заложенных 30-40 лет назад в Ленинградской области. Влияние изменения климатических показателей на рост и развитие древостоев, не подвергнутых хозяйственному воздействию.

Ключевые слова: потепление климата, высота древостоев, изменение прироста.

В последнее десятилетие 20-го века немецкие и российские лесоводы заметили, что леса Западной Европы и Северо-Запада России стали расти быстрее, несмотря на негативное влияние промышленного загрязнения [1,2]. Среди возможных причин этого явления назывались различные факторы, такие как уменьшение количества пожаров, изменение возрастной структуры древостоев, а также прямое воздействие природных факторов на рост древесных пород, в частности потепление климата, связанного с увеличением в составе атмосферного воздуха углекислого газа.

Тенденции роста лесов, связанные с изменением климата и тепличным эффектами, представляют все больший интерес. Длительные наблюдения на постоянных пробных площадях позволяют судить о таких тенденциях. Объектами исследования являются чистые средневозрастные сосновые и еловые насаждения разных классов бонитета и типов леса.

Постоянные пробные площади, заложены в сотрудниками лаборатории лесоводства СПбНИИЛХа (быв. ЛенНИИЛХ) под руководством проф. Сеннова С.Н., расположены на территории опытного лесного хозяйства «Сиверский лес» в Ленинградской области начиная с 1929 года.

В данной статье подробно рассматривается одна из пробных площадей (табл. 1), заложенная в чистом сосняке (10С ед. Б), 1-го класса бонитета, почва — торфянисто-грубогумусный и торфянисто-перегнойный железисто-иллювиальный песчаный подзол на моренных валунных суглинках.

Изменение таксационных показателей на пробной площади №5

Возраст, лет	Порода	Нср, м	Дср, см	М, м3/га	Текущий прирост, м3/га
43/1971	Сосна	15,5	13,9	190	
48/1976	Сосна	17,8	15,5	233	10,0
53/1981	Сосна	20,0	17,8	276	11,6
58/1986	Сосна	22,5	19,6	289	7,6
63/1991	Сосна	24,6	20,7	307	6,4
68/1997	Сосна	25,4	21,9	331	7,4
74/2002	Сосна	26,5	22,8	372	7,7
84/2012	Сосна	27	23,2	390	8,2

Согласно таблицам хода роста Н.В. Третьякова начиная с 60-70 лет прирост древостоя постепенно начинает падать. Однако варьирование прироста на постоянных пробных площадях имеет другую тенденцию. Уменьшение прироста в 80-90 годы и увеличение прироста с конца девяностых и по настоящее время.



Рис. Изменение текущего прироста

Увеличение прироста не согласуется с возрастными этапами онтогенеза. Для того, чтобы проверить достоверность увеличения прироста сравнили прирост древостоев примерно одинакового возраста – 30-50 лет. Для этого взяли сведения о приросте на пробных площадях в сосняках, заложенных в 1929-35 годах и в 1970-1980 годах.

Сравнение прироста на постоянных пробных площадях

№ пробной площади	Возраст в начале периода, лет	Календарные годы	Прирост, м ³ /га /год
23	25	1929-1935	7,1
23	31	1393-1939	5,2
26	34	1930-1936	8,8
9	33	1973-1978	11,2
6	36	1971-1976	12,2
5	43	1971-1976	10,0

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что на постоянных пробных площадях выявлено увеличение прироста, которое не связано с этапами онтогенеза. Но оно может быть связано с изменением климата. Так как увеличение концентрации углекислого газа увеличивает интенсивность фотосинтеза следовательно увеличивается фитомасса, а значит и прирост древостоев.

Список литературы

1. Kahle H.-P., Karjalainen T., Schuck A., Agren G., Kellomaki S., Mellert K., Prietzel J., Rehfuess K.E., Spiecker H.E. [Текст] / Kahle H.-P. - Causes and Consequences of Forest Growth Trends in Europe – Results of the RECOGNITION Project. Brill, Leiden, Boston, Koln. 2008. 282 p.
2. Чертов О.Г. и др. [Текст] / Чертов О.Г. – Динамическое моделирование в лесном хозяйстве. СПб.: СПб ГЛТА, 2011.-64 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ, РОЛЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В СЕЛЕКЦИИ СВИНЕЙ

Новиков А.А.

зам. директора по научной работе ФГБНУ ВНИИплем,
доктор биол. наук, профессор,
Россия, Лесные Поляны, Московская обл.

Семак М.С.

ФГБНУ ВНИИплем, ст.н. сотрудник, канд. биол. наук,
Россия, Лесные Поляны, Московская обл.

В статье изложены способы выявления генетических маркеров по результатам иммуногенетического обследования стад свиней различных пород. Приведены данные по выявлению маркеров породной принадлежности и продуктивных качеств животных. Даны рекомендации по использованию двух групп маркеров для контроля и корректировки селекционных процессов при совершенствовании пород.

Ключевые слова: селекционный процесс, генетическая структура, генетические маркеры, генетический статус, частота встречаемости, генетический мониторинг.

В мировой практике, в целях повышения эффективности селекции, ведущие свиноводческие фирмы широко используют маркерную селекцию – МАС, т.е. селекцию на основе использования генетических маркеров. Постоянно ведётся мониторинг важнейших генов, результаты которого применяются для корректировки направленности селекционных процессов при выполнении программ чистопородного разведения, гибридизации, а также при создании новых селекционных достижений. Достойное место при этом занимают данные иммуногенетического анализа. Особое значение в практической селекции имеют показатели генетической структуры стада. В свиноводстве этот аспект изучен в большей степени, чем в других видах сельскохозяйственных животных.

Сопоставляя полученную генетическую структуру стада свиней с ранее полученными данными, можно сделать заключение о характере и направленности генетических процессов в данной популяции, судить о степени стабильности генетического статуса и степени воздействия селекции на воспроизводительные и продуктивные качества животных.

В качестве примера, определения стабильности и изменчивости генетического статуса стад свиней, в табл. 1 представлено сравнительное исследование породы ландрас и стада свиней СХПК "Прогресс», Республика Чувашия.

Таблица 1

Сравнительная характеристика генетических структур стада свиней породы ландрас СХПК «Прогресс»

Антигены групп крови	Частота встречаемости антигенов, %			
	Базовая модель	В целом по стаду n=249	СПК «Прогресс»	
			Хряки n=38	Свиноматки n=211
1	2	3	4	5
Aa	20,5	38,5	18,4	42,2
A «–»	79,5	100	100	100
Ba	95,0	100	100	100
Bb	5,0	10,4	26,3	7,6
Da	26,9	21,7	21,0	21,8
Db	73,1	100	100	100
E a	6,9	9,6	5,3	10,4
Ed	93,7	100	100	100
E b	56,5	81,9	76,3	82,9
Ee	93,7	73,1	71,0	73,5
Eg	88,3	76,3	86,8	74,4
Ef	59,1	51,8	44,7	53,1
Fa	1,1	0	0	0
Fb	98,9	100	100	100
Ga	20,7	68,3	52,6	71,1
Gb	79,3	87,1	97,4	85,3
Ha	38,7	60,6	63,1	60,2
Hb	37,0	54,2	60,5	53,1
H «–»	48,0	61,8	55,3	63,0
Ka	34,9	55,4	55,3	55,4

1	2	3	4	5
Kb	30,2	54,6	65,7	52,6
K «-»	34,9	59,0	52,6	60,2
La	20,8	4,0	2,6	4,3
Lb	79,0	100	100	100
Md	31,8	6,8	2,6	6,8
M «-»	68,2	100	100	100

Базовая модель свиней породы ландрас определена на основании ранее полученных данных, в результате тестирования разных популяций породы [3, 4]. Сравнительный анализ частоты встречаемости аллелей групп крови у исследуемой популяции свиней с базовой моделью, указывает на соответствие типизируемой популяции базовой модели генетической структуры породы.

Анализ таблицы показывает, что в целом можно констатировать соответствие генетической структуры основного стада СХПК «Прогресс» базовой модели свиней породы ландрас. По маркирующим породу аллелям Da, Ef и Gb отмечается также соответствие базовой модели.

Вместе с тем, произошли некоторые динамичные изменения генной структуры в рассматриваемой популяции по отношению к базовой модели. В основном эти изменения касаются локусов K и L и концентрации антигена Ga (особенно у свиноматок), свидетельствующие о воздействии направленной селекции, когда при отборе на высокие показатели продуктивности вовлекаются животные с определёнными генами. Анализ генетических структур исследуемого стада, указывает на присутствие двух групп маркирующих аллелей: маркеров породной принадлежности и маркеров продуктивных качеств животных.

Маркеры породной принадлежности характеризуют генетические особенности пород свиней. Данные маркеры определяются сопоставлением генетической структуры рассматриваемой популяции с ранее определёнными моделями пород, путем установления достоверности разницы частоты встречаемости тех или иных аллелей в разных породах.

Существенные изменения частоты встречаемости аллелей, маркирующих породную принадлежность, могут указывать на использование в каких-либо целях хряков или маток другой породы, что в племенных хозяйствах недопустимо. Маркеры породной принадлежности можно использовать для контроля степени изменения генетического статуса пород, при освежении крови с использованием производителей других пород, а также при улучшении пород путем скрещивания с улучшающей породой. Большое значение маркеры породной принадлежности имеют при выведении новых пород, типов и линий.

Контроль степени изменения генетических структур групп животных по поколениям, и взаимосвязь этих изменений с показателями хозяйственно – полезных признаков, являющимися целевыми стандартами, позволяет

ускорить и интенсифицировать селекционный процесс создания нового селекционного достижения.

Для определения маркерных аллелей продуктивных качеств, сопоставляют генетические структуры различающихся по показателям продуктивности групп животных и определяют те локусы и аллели, которые маркируют высокую продуктивность животных. На начальном этапе использования параметров генетической структуры в селекционном процессе, целесообразно сравнение контрастных по величине продуктивных признаков групп животных.

Сравнительный анализ генетических структур популяций и выявление достоверных различий по частоте встречаемости аллелей позволяет селекционеру определить маркеры типизируемой популяции свиней. В табл. 2 представлено выявление генетических маркеров воспроизводительных качеств свиней типа «Свободовский», ПЗ «Свобода», Республика Чувашия.

Таблица 2

Воспроизводительные качества свиноматок в зависимости от аллелей групп крови

Локус	Аллель	Показатели продуктивности (n = 213)		
		Многоплодие, гол	Кол-во живых поросят в 2 мес.	Масса гнезда в 2 мес., кг
E	aeg	10,62±0,23	9,67±0,34	9,67±0,34
	aef	10,20	9,30	164,9
	bdg	10,70±0,17**	9,93±0,31**	178,2±6,2*
	bdf	10,26±0,41	9,34±0,58	170,0±8,3
	deg	10,59±0,15	9,81±0,29	176,6±5,7
	def	10,21±0,19**	9,46±0,33	172,8±4,9
G	a	10,44±0,22	9,61±0,43	176,1±5,1
	b	10,63±0,18	9,80±0,26	178,2±4,8
H	a	10,44±0,31	9,74±0,37	177,1±5,3
	b	10,17±0,51	9,37±0,42	175,3±7,2
	«–»	10,72±0,27	9,88±0,29	178,4±4,8
K	ad	10,50±0,24	9,73±0,31	175,7±5,2
	bf	10,32±0,21*	9,63±0,37	176,6±6,1
	«–»	10,93±0,30**	10,02±0,29**	182,3±7,0**
L	a	10,58±0,29	9,79±0,34	176,7±5,4
	b	10,64±0,17	9,81±0,25	177,6±4,4*

Результаты исследования маркеров, представленных в табл. 2, показали следующее: аллели Ebdg, K «–», Lb, маркируют высокие воспроизводительные качества, аллели Eaef Ebdf – низкие воспроизводительные качества.

Сравнительное изучение частоты встречаемости определенных аллелей у животных с разным уровнем продуктивных качеств, позволит селекционеру выявить маркирующие аллели и генотипы по воспроизводительным, откормочным или мясным качествам, что будет служить критерием отбора животных с желательными генотипами, для селекции стада в выбранном направлении продуктивности.

Использование генетической структуры стада и её изменчивости в процессе селекции позволяет определить направленность селекционного процесса и провести своевременную корректировку его. Выявление локусов, маркирующих породу, локусов, сохраняющих стабильность по распределению частот аллелей в процессе селекции, даёт возможность сохранить генетические особенности популяции. Учитывая динамичные изменения генетической структуры других локусов, в которых частота определённых аллелей связана с показателями продуктивности, можно улучшать хозяйственно-полезные признаки, сохраняя типичность породы.

Поддержание постоянства генетической структуры в стабильной части иммуногенетического профиля – устранение спонтанных (нежелательных) изменений и углубление динамичных изменений путём отбора определённых генотипов и подбора пар для сохранения генетических особенностей популяции, позволяет корректировать направленность селекции по хозяйственно-полезным признакам [1, 2].

При использовании параметров генетического статуса в качестве селекционного критерия необходимо учитывать способ селекции, применяемый в конкретной популяции свиней, так как стабильность и изменчивость генетической структуры стада значительно отличается в открытых, частично открытых и закрытых популяциях.

Селекционный процесс, при формировании стада животных, обладающих высокими показателями продуктивности и качеством получаемой при этом продукции, будет эффективным лишь при наличии механизмов контроля и корректировки его направленности. Показателем такого контроля может служить генетическая структура стада животных по группам крови.

Постоянный и систематический мониторинг изменений данной структуры позволяет отслеживать направленность селекционного процесса по доле генов (аллелей) и генотипов животных улучшающей породы при скрещиваниях и прилитии крови, или группы выдающихся животных при чистопородном разведении. Показатель доли генов таких животных, как правило, отображает традиционный показатель кровности ($\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ и т.п.). Однако, преимуществом показателя доли генов, является возможность отбора животных с желательным генотипом в группу ремонта в раннем возрасте. Показатели частот встречаемости генов животных стада, дают возможность проводить целенаправленную корректировку генетической структуры стада путем подбора производителей с желательными генотипами групп крови и проведения заказных спариваний.

Список литературы

1. Завада А.Н., Новиков А.А., Семак М.С., Юдина О.П. Генетические модели пород свиней [Текст] / А.Н. Завада, А.А. Новиков // Современные методы генетики и селекции в животноводстве. Материалы международной научной конференции. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 332-337.
2. Новиков А.А., Семак М.С. Генетическая структура стад свиней по группам крови – надежный показатель их породной принадлежности [Текст] / А.А. Новиков // Свиноводство. – 2014. – №5. – С. 15-16.

3. Сердюк Г.Н. Иммуногенетика свиней: теория и практика [Текст] / Г.Н. Сердюк. – СПб., 2002. – 390 с.
4. Тихонов В.Н. Иммуногенетика и биохимический полиморфизм домашних и диких свиней [Текст] / В.Н. Тихонов. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. – 1991. – 304 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО СТАТУСА ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПОД ВЛИЯНИЕМ ГОЛШТИНИЗАЦИИ

Новиков А.А.

зам. директора по научной работе ФГБНУ ВНИИплем,
доктор биол. наук, профессор,
Россия, Лесные Поляны, Московская обл.

Хрунова А.А.

ФГБНУ ВНИИплем, ст. н. сотрудник, канд. с/х наук,
Россия, Лесные Поляны, Московская обл.

В статье приведены данные по изучению структуры аллелофонда симментальской, красно-пёстрой и красной степной пород. Изучен аллелофонд этих пород в связи с голштинизацией. Показана генетическая структура данных пород, определены маркерные аллели, генетическое разнообразие и степень гомозиготности.

Ключевые слова: полиморфные системы, аллелофонд, генетическая изменчивость, консолидация пород, генофонд, генетическое разнообразие, гомозиготность, селекционный процесс, частота встречаемости.

В зоотехнической практике генетическую структуру породы принято оценивать по её генеалогии. Однако в последние десятилетия в работах отечественных и зарубежных авторов показано, что метод оценки генетической структуры популяций только по их генеалогии является неполным и нуждается в совершенствовании.

Открытие в первой половине XX века генетического полиморфизма эритроцитарных антигенов позволило генетикам разработать эффективные методы оценки процессов, протекающих в популяциях животных при селекции.

Полиморфные системы групп крови оказались удобными генетическими маркерами при оценке генетической изменчивости и консолидации пород животных, то есть тех показателей, с которыми непосредственно связаны приспособительные способности животных к изменяющимся условиям окружающей среды. Без необходимого генетического разнообразия популяции животных теряют свою эволюционную приспособляемость и становятся неустойчивыми к воздействию влияния окружающей среды [3].

Применение генетических методов основано, прежде всего, на изучении степени стабильности и динамичности структур в генетической характеристике стада, что даёт возможность, полной оценки генетической ситуации в стадах, выявлению маркеров хозяйственно-полезных признаков, и, в конечном счёте, ведению целенаправленной селекции под надёжным контролем.

Целью настоящей работы было проведение мониторинга генетической структуры стад крупного рогатого скота по группам крови и изучение степени её изменения под воздействием голштинизации в течение ряда поколений для изучения возможности использования этого явления по управлению селекционным процессом.

Исследования проводились путём массовой аттестации стад животных, исследуемых пород, в основном в ведущих племенных хозяйствах в различных зонах страны. Полученные данные обрабатывались биометрически с использованием классических методов и компьютерных программ.

В процессе исследования изучена динамика генетических структур пород симментальской, красно-пёстрой и красной степной в период 80-х годов прошлого столетия по 2013-2014 гг.

Симментальская порода

Мониторинг генетического статуса породы по аллелофонду системы групп крови ЕАВ проведён по результатам данных иммуногенетического анализа стад КРС п/з "Конь-Колодезский" и ООО "ЭкоНиваАгро". Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Аллелофонд симментальской породы

Аллели симментальской породы	n	1982 г. n=150	%	n	2013 г. n=125	%
1	2	3	4	5	6	7
b	35	0,117*	11,7	41	0,164*	16,4
Q	28	0,093***	9,3	3	0,012***	1,2
Q ¹	25	0,083**	8,3	34	0,136**	13,6
I ¹ Q ¹	41	0,137***	13,7	11	0,044***	4,4
B ₁ G ₂ KO ₄ E ¹ ₁ F ¹ ₂ G ¹ O ¹ G ¹¹	22	0,073	7,3	20	0,08	8,0
QQ ¹	13	0,043**	4,3	3	0,012**	1,2
E ¹ ₃ G ¹ I ¹ G ¹¹	12	0,04**	4,0	3	0,01**	1,0
E ¹ ₁ G ¹ Q ¹	13	0,043*	4,3	23	0,092*	9,2
B ₁ G ₂ KO ₄ E ¹ ₁ F ¹ O ¹ I ¹¹	11	0,037	3,7		-	0,0
Y ₂ A ¹ ₂ Y ¹	10	0,033	3,3	6	0,024	2,4
O ¹	11	0,036	3,6		-	0,0
O ₄ E ¹ ₁ G ¹ G ¹¹	10	0,034	3,4	5	0,02	2,0
I ₁ O ₂ QA ¹ ₂ E ¹ ₂ K ¹ Q ¹	8	0,026	2,6		--	0,0
O ₂ QA ¹ ₂ E ¹ ₁ F ¹ ₂ J ¹ ₂	7	0,023	2,3	3	0,01	1,0
B ₁ G ₂ KO ₄ A ¹ O ¹	5	0,017	1,7		-	0,0
G ¹¹	5	0,017	1,7	3	0,012	1,2
O ₁ A ¹ ₂ J ¹ K ¹ O ¹	5	0,017	1,7		0,010-	0,0
O ₁ T ₂	5	0,015	1,5		-	0,0
O ₄ O ¹	5	0,015	1,5	5	0,02	2,0
I ₂	4	0,014	1,4	6	0,024	2,4
G ¹ O ¹	3	0,01	1,0	5	0,02	2,0
D ¹ G ¹ I ¹ Q ¹	3	0,01	1,0		-	0,0
G ₁ I ₂	3	0,01	1,0	0		0,0
O ₂	1	0,003	0,3	5	0,02	2,0
QE ¹ ₃ G ¹	2	0,007	0,7	0		0,0
G ₃ O ₂ TA ¹ ₂ E ¹ ₃ F ¹ ₂ K ¹	2	0,008	0,8	3	0,01	1,0
A ¹ ₂ B ¹	1	0,003	0,3	2	0,008	0,8

1	2	3	4	5	6	7
B ₁ G ₂ O ₁	1	0,003	0,3		-	0,0
I ¹	1	0,003	0,3	3	0,012	1,2
B ₁ Y ₂ A ₂ P ₂ ¹	1	0,003	0,3		-	0,0
D ¹ E ¹ F ¹ G ¹ O ¹		-	0,0	27	0,106	10,6
G ₁ A ₂ I ¹¹		-	0,0	16	0,064	6,4
G ₁ Y ₂ E ¹ Q ¹		-	0,0	8	0,032	3,2
B ₁ I ₂		-	0,0	5	0,02	2,0
G ₁ O ₂ Y ₂ E ¹		-	0,0	2	0,008	0,8
редко встреч. аллели	8	0,027	2,7	10	0,04	4,0
Кол-во аллелей	38			34		
Степень гом-сти, %	6			15		

Из данных таблицы видно, что за период с 1982 г. по 2013 г. в аллелофонде произошли изменения. В то же время 20 аллелей остались общими, в т.ч. 15 из них не снизили частоту встречаемости на достоверную величину, а 10 – элиминировались. В современной генетической структуре этой породы появились 5 новых аллелей. Маркерная часть с учётом частоты встречаемости новых аллелей изменилась на 50%. В целом степень изменения генетической структуры составила 52%.

Красно-пёстрая порода

В табл. 2 показан аллелофонд красно-пестрого скота 1992 г. ГПЗ Агрофирма «Лето» Республика Мордовия [1]. В настоящее время это ОАО «Левжинский и ПЗ «Дружба» Воронежской области.

Таблица 2

Аллелофонд красной пестрой породы

Аллели красно – пестрой породы	1992 г. n=50			2013 г. n=95		
	n	Частота встречае- мости	%	n	Частота встречаемости	%
1	2	3	4	5	6	7
G ₁ Y ₂ E ¹ ₂ Q ¹	15	0,15***	15,	10	0,053***	5,3
B ₁ G ₂ KE ¹ ₁ F ¹ O ¹	9	0,09	9,2		-	0,0
O ₄ Y ₂ A ¹ ₂	8	0,08*	8,2	9	0,046*	4,6
I ₂	8	0,08**	8,1	4	0,02**	2,0
B ₁ O ₁	6	0,06**	6,1	2	0,011**	1,1
B1O1B ¹				23	0,122	12,2
OA ¹ J ¹ K ¹ O ¹	5	0,05*	5,1	15	0,08*	8,0
Q ¹	5	0,05*	5,1	38	0,2*	20,0
G ¹ Q ¹	5	0,05	5,1		-	0,0
B ₁ O ₂ Y ₂ D ¹	4	0,04	4,1	3	0,016	1,6
G2O1Y2	1	0,01	1,0	2	0,01	1,0
O ₂	3	0,03	3,1	2	0,01	1,0
B ₁ I ₂ QY ₂	1	0,01	1,0		-	0,0
G ¹¹	2	0,02	2,0	5	0,026	2,6
G ¹ G ¹¹	2	0,02	2,0		-	0,0
G ₁ O ₂	2	0,02	2,0	2	0,01	1,0

1	2	3	4	5	6	7
O ¹	2	0,02	2,0	3	0,016	1,6
O ₁ A ¹ ₂	2	0,02	2,0	2	0,01	1,0
O ₁ I ¹ Q ¹	2	0,02	2,0		-	
B ₁ G ₂ I ₂ O ¹ P ¹ ₂	1	0,01	1,0		-	
B ₁ I ₂ Y ₂ G ¹ G ¹¹	1	0,01	1,0		-	
B ₁ P ₂ E ¹ ₂ P ¹ ₂ B ¹¹	1	0,01	1,0		-	
E ¹ ₃	1	0,01	1,0		-	
G ₁ A ¹ ₂	1	0,01	1,0		-	
G ₂ Y ₂ D ¹	1	0,01	1,0		-	
O ₄ D ¹ E ¹ F ¹ G ¹ O ¹ G ¹¹		-	0,0	24	0,126	12,6
B ₁ G ₂ KY ₂ A ¹ O ¹		-	0,0	6	0,031	3,1
Y ₂ Y ¹		-	0,0	4	0,021	2,1
O ¹		-	0,0	3	0,016	1,6
G ₁ I ₂		-	0,0	5	0,026	2,6
O ₂		-	0,0	2	0,01	1,0
Кол-во аллелей	24			20		
Степень гомоз.%	8			18		

Как видно из данных мониторинга, представленных в таблице 2 за период с 1992 года по настоящее время генетическая структура красно-пёстрой породы изменилась кардинальным образом. Из 24 аллелей групп крови системы EAB 4 аллеля маркерной части снизили частоту встречаемости на достоверную разницу, 11 аллелей элиминировались, в структуре 2013 года появилось 7 новых аллелей. Степень изменчивости маркерной части составила 75%, а общая степень изменчивости всей структуры образца 1982 года – 91%.

Из 23 аллелей современной генетической структуры 13 аллелей присущи голштинской породе, из которых 4 являются общими, исходя из чего, степень насыщения голштинской породой составляет $13:23=0,68$ или 68%. Это, кстати, немногим меньше целевого параметра $\frac{3}{4}$ кровности – 75%.

Красная степная порода

В табл. 3 представлен аллелофонд красной степной породы по результатам исследований стад КРС племязаводов Северо-Лабинский и Раздольное.

Таблица 3

Аллелофонд красной степной породы

Аллели красно-степной породы	1982 г. n=200			2011 г. n=70		
	n	Частота встречаемости	%	n	Частота встречаемости	%
1	2	3	4	5	6	7
G ₂ Y ₂ E ¹ ₂ Q ¹	86	0,215*	21,5,	18	0,128*	12,9
O ₄ Y ₂ A ¹ ₂	75	0,188***	19,0	4	0,029***	2,9
b	44	0,110***	11,0	5	0,036***	3,6
O ₁ A ¹ ₂	40	0,100***	10,0	9	0,064***	6,4
B ₁ Y ₂ A ¹ _G ¹ P ¹ Q ¹ G ¹¹	17	0,045	4,5	3	0,018	2,1
O ₄ D ¹ E ¹ ₃ F ¹ G ¹ O ¹ G ¹¹	13	0,033	3,25	4	0,029	2,9

1	2	3	4	5	6	7
B ₁ O ₂ Y ₂ D ¹	13	0,033	3,25	14	0,100	10,0
Y ₂ Y ¹	13	0,033	3,25	2	0,014	1,4
Q ¹	13	0,033	3,25	5	0,036	3,6
E ¹ ₃ G ¹ Q ¹	10	0,025	2,5	1	0,010	0,7
I ₂	9	0,023	2,25	4	0,029	2,9
O ₂	8	0,020	2,0	1	0,010	0,7
B ₂ O ₁	7	0,018	1,75	11	0,079	7,9
I ₂ O ₂ QA ¹ ₂ E ¹ ₁ K ¹ Q ¹	6	0,015	1,5	-	-	-
B ₁ G ₂ KD ¹ A ¹ G ¹ O ¹ G ¹¹	5	0,013	1,25	1	0,010	0,7
G ¹¹	5	0,013	1,25	8	0,057	5,7
I ¹	4	0,010	1,0	1	0,010	0,7
G ₂ A ¹ ₂	4	0,010	1,0	-	-	--
B ₂	4	0,010	1,0	-	-	-
Q ¹ I ¹	4	0,010	1,0	2	0,014	1,4
G ¹	4	0,010	1,0	2	0,014	1,4
O ₁ A ¹ ₂ J ¹ K ¹ O ¹	4	0,010	1,0	2	0,014	1,4
O ₁ Y ₂ I ¹	3	0,008	0,75	-	-	-
Y ₂	2	0,005	0,5	4	0,029	2,9
G ₂ I ₁	2	0,005	0,5	2	0,014	1,4
G ₁ Y ₂ D ¹	1	0,003	0,25	2	0,014	1,4
O ₄ O ¹	1	0,003	0,25	1	0,010	0,7
QE ¹ ₂ Q ¹	1	0,003	0,25	-	-	-
G ¹ O ¹	1	0,003	0,2	1	0,010	0,7
Y ₂ G ¹ G ¹¹	-	-	-	11	0,079	7,9
B ₂ G ₂ O	-	-	-	5	0,036	3,6
E ¹ ₃	-	-	-	5	0,036	3,6
E ¹ G ¹¹	-	-	-	5	0,036	3,6
G ₂ O ₁ Y ₂ E ¹ ₃ A ¹ G ¹¹	-	-	-	2	0,014	1,4
B ₁ O ₂ A ¹ E ¹ ₃ Q ¹ G ¹¹	-	-	-	2	0,014	1,4
O ₂ I ¹ G ¹ A ¹ ₂ G ¹¹	-	-	-	2	0,014	1,4
Y ₂ G ¹	-	-	-	2	0,014	1,4
Всего аллелей	29				31	
Степень гомозигот-сти	11				10	

Данные мониторинга, приведённые в таблице 3 показывают, что генетическая структура красной степной породы за 30 лет существенно изменилась. В период с 1982 по 2011 годы количество аллелей ЕАВ, снизивших частоту встречаемости на достоверную разницу составило 5, 6 аллелей элиминировались, и 8 аллелей появилось новых. Степень изменения генетического статуса составила 65,5%, в т.ч. маркерная часть изменилась на 50%. [2].

Заключение

Данные исследований изменчивости генетических структур пород КРС под воздействием голштинизации показали, что постоянное использование на материнских стадах быков-производителей голштинской породы корен-

ным образом изменяет их аллелофонд по группам крови. Примечательно, что из поколения в поколение аллели голштинской породы "вытесняют" породные маркеры в соотношении близким к расчётным по определению кровности помесей классическим методом. Считаем однако, что расчёт доли крови помесных животных по соотношению аллелей улучшаемой и улучшающей пород более точным. Руководствуясь параметрами данного соотношения, его целевыми показателями и данными целевых стандартов по продуктивным качествам животных улучшаемых пород можно с большей эффективностью контролировать и корректировать селекционные процессы по совершенствованию продуктивных качеств пород. Исследования в данном направлении продолжаются.

Список литературы

1. Бальцанов А.И., Дунин И.М. Создание новой красно-пёстрой породы молочного скота в хозяйствах Мордовии [Текст] //А.И.Бальцанов, И.М.Дунин. Сб. трудов ВНИИплем, 1992. С. 36-53.
2. Князева Т.А., Мухина Е.Е. Племенная работа с красными породами скота [Текст] //Т.А. Князева, Е.Е. Мухина. – 2013. ВНИИплем, выпуск 13. – С.3-8.
3. Новиков А.А., Хрунова А.И. Букаров Н.Г. Использование иммуногенетических маркеров в селекции КРС. [Текст] / А.А. Новиков, А.Н. Хрунова, Н.Г. Букаров // Сборник научных трудов по материалам пятой Всероссийской научно-практической конференции 11-13 февраля 2014 г. Новиков А.А., Хрунова А.Н., Букаров Н.Г. с.151-153.

ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ ТРИТИКАЛЕ ПО ПРОНИЦАЕМОСТИ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН

Поминов А.В.

младший научный сотрудник ФГБНУ «НИИСХ» Юго-Востока,
Россия, г. Саратов

Дьячук Т.И.

ведущий научный сотрудник ФГБНУ «НИИСХ» Юго-Востока,
д-р биол. наук,
Россия, г. Саратов

Кибкало И.А.

старший научный сотрудник ФГБНУ «НИИСХ» Юго-Востока,
канд. с.-х. наук,
Россия, г. Саратов

Хомякова О.В.

старший научный сотрудник ФГБНУ «НИИСХ» Юго-Востока,
канд. биол. наук
Россия, г. Саратов

Изучено 62 сортообразца мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова различного эколого-географического происхождения по проницаемости клеточных мембран, как кос-

венному показателю засухоустойчивости. Выявлены образцы с наименьшей проницаемостью клеточных мембран, которые могут использоваться в качестве источников для селекции этой культуры в условиях засушливого Поволжья.

Ключевые слова: тритикале, селекция, засухоустойчивость, проницаемость клеточных мембран.

Засухоустойчивость – свойство растений, связанное с их способностью переносить обезвоживание протоплазмы клеток, нередко сопровождающееся и перегревом. Устойчивость к засухе является результатом различных морфологических, физиологических и биохимических характеристик. Генетическое улучшение растений невозможно без применения различных методов оценки к этому стрессу. Клеточные мембраны являются первичной мишенью многих стрессов растений. Способность поддерживать структуру и функцию цитоплазматических мембран в условиях водного стресса является одним из наиболее важных физиологических свойств. Поддержание их целостности и стабильности в условиях водного стресса является главной составляющей засухоустойчивости растений.

Проницаемость клеточных мембран – интегральный показатель функционального состояния растений, свидетельствующий о выносливости к осмотическому и тепловому стрессам. Выход электролитов – функция проницаемости, при неблагоприятных условиях являющаяся функцией степени повреждения [4]. Увеличение проницаемости плазмалеммы для электролитов давно и успешно используется для оценки засухоустойчивости разных сельскохозяйственных культур: мягкой [4] и твердой пшеницы [3], тритикале и кукурузы [6]. Показано, что этот тест имеет статистически достоверные корреляции с индексом чувствительности к засухе у селекционных линий тритикале и может служить хорошим индикатором засухоустойчивости растений [5].

Цель исследований: провести оценку сортообразцов тритикале мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения по засухоустойчивости

Оценку засухоустойчивости проводили по выходу электролитов для определения стабильности клеточных мембран по методике ВИР [1], [2]. Возраст листа играет большую роль в дифференциации линий по засухоустойчивости. Наименьшие различия проявляются при использовании старых и слишком молодых листьев [7]. Поэтому для анализа использовали флаговый и подфлаговый листья в фазу колошения. Листья разрывали на две половинки вдоль центральной жилки. Левые половинки обоих листьев промывали в дистиллированной воде, сразу помещали в стеклянные стаканчики и заливали 50 мл дистиллированной воды (контроль 1). Параллельно две правые половинки помещали в термостат при температуре +30°C на 4 часа. После этого листья опускали в стаканчики с водой (опыт). Время экзосмоса электролитов при комнатной температуре, как в контрольном варианте, так и в опытном, составляло 3 часа. После этого раствор кипятили в течение 3 мин., быстро остужали до комнатной температуры, доводили объем дистиллированной водой до 50 мл и снова измеряли сопротивление (контроль 2).

Сопротивление вытяжки определяли с помощью кондуктометра типа «реохордного моста»

Зная сопротивление вытяжек, определяли их удельную электропроводность, то есть выход электролитов. Для этого постоянную прибора делили на значение сопротивления. Затем по формуле рассчитывали степень повреждения:

$$A = 1 - \frac{1 - T_1/T_2}{1 - C_1/C_2} * 100 ,$$

где A – степень повреждения, %; T_1 – выход электролитов из обезвоженных или прогретых листьев, Ом⁻¹; T_2 – полный выход электролитов из той же пробы, Ом⁻¹; C_1 – исходный выход электролитов без воздействия, Ом⁻¹; C_2 – полный выход электролитов из той же пробы, Ом⁻¹; 100 – величина для перевода показателя в проценты.

Математическая обработка результатов исследований проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием Пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.09, Тверь, 1999).

Сравнительное изучение показателя проницаемости клеточных мембран у коллекционных образцов тритикале в 2013-2014 гг. показало значительное варьирование (от 67 до 95%) этого показателя и статистически значимую дифференциацию. По величине проницаемости мембран клеток 62 изученных образца условно разделили на четыре группы (НСР_{05-6,9%}). В первую группу (ПМК менее 77%) вошли сорта Святозар, Студент, Саргау, Юбилейная, АД 412/2, Прорыв, Стрелец, Рус, Дон, Кентавр, Корнет, Водолей, АДМ-9, АДП-2, Регион, Полесский 10, Сувенир, Эллада. Сорт селекции НИИСХ Юго-Востока Святозар имел самые низкие значения проницаемости мембран клеток (67%).

Наиболее многочисленной была вторая группа с проницаемостью клеточных мембран от 78 до 85 % (31 образец). Третью группу составили 11 образцов, имеющих проницаемость 86-93% (Валентин 90, Хонгор, Союз, Конвейер, Алтайская 4, Импульс, Разгар, Полесский 7, KS 88Т 142, Pinokio, Modus). В четвертую группу (ПМК более 94%) вошли только два образца: Alemo и sv-89229 (таблица).

Таблица

Распределение образцов тритикале коллекции ВИР по группам в зависимости от проницаемости мембран клеток

Группа	ПМК, %	Образцы коллекции ВИР
1	2	3
I	<77	Святозар (к-3940) [НИИСХ Юго-Востока]; Студент (к-2899), Саргау (к-3599), Юбилейная (к-3941), АД 412/2 (к-3620) [СГАУ им. Н.И. Вавилова]; Прорыв (к-3763), Стрелец (к-3581), Рус (и-0138506) [КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко]; Дон (к-3637), Кентавр (к-3601), Корнет (к-3636), Водолей (к-3600) [ДЗНИИСХ]; АДМ-9 (к-3421), АДП-2 (к-3628), Регион (к-3694), Полесский 10 (к-3610), Сувенир (к-3595), Эллада (к-3596) [Украина].

1	2	3
II	78-85	Мудрец (к-3762), Гренадер (к-3577), Мир (и-0138505), АД Зеленый (к-564) [КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко]; 71-1793 (к-181) [Ленинградская обл.]; Аграф (к-3609), Тарасовский юбилейный (к-3635) [ДЗНИИСХ]; Антей (к-3562), АД 7696 (к-3619), Немчиновский 56 (к-3861), Никан 6 (к-3552), НАД 432 (к-140), НАД 325 (к-136), АД 4696 (к-3618) [НИИСХ ЦРНЗ]; Доктрина 110 (к-3640), Линия 14 (к-3643), Рондо (к-3641) [НИИСХ им. В.В. Докучаева]; Алтайская 5 (к-3639) [Алтайский НИИСХ]; Рунь (к-3691), Михась (к-3689), Руно (к-3925), Дубрава (к-3686), Кастусь (к-3757) [Беларусь]; Масловский, АДМ 7 (к-3420), Фламинго (к-3548), АДМ 11 (к-3629), Закарпатский многозерный (к-3418), Бугская (к-3417) [Украина]; Alamo (к-3463) [Польша]; Colina (к-3458) [Румыния].
III	86-93	Валентин 90 (к-3761), Хонгор (к-3765), Союз (к-3580), Конвейер (к-1521) [КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко]; Алтайская 4 (к-3638) [Алтайский НИИСХ]; Импульс (к-3899) [Беларусь]; Разгар (к-3642) [НИИСХ им. В.В. Докучаева]; Полесский 7 (к-3594) [Украина]; KS 88T 142 (к-3442) [США]; Pinokio (к-3597), Modus (к-3507) [Германия].
IV	>94	Alemo (к-3598) [Германия]; sv-89229 [Швеция].

Таким образом, в результате изучения коллекции тритикале выделены генотипы с наименьшим значением проницаемости мембран, что может служить косвенным индикатором их засухоустойчивости. Наименьшее значение ПМК обнаружено у сорта НИИСХ Юго-Востока Святозар. Целенаправленное включение этих образцов в селекционные программы позволяет рассчитывать на создание ценного исходного материала этой культуры для условий засушливого Поволжья.

Список литературы

1. Определение засухоустойчивости и жаростойкости образцов зерновых культур пшеницы и ячменя по изменению проницаемости протоплазмы для электролитов: Методические указания / Сост.: Кожушко Н.Н., Л.: ВИР, 1982. – 17с.
2. Способ индивидуальной оценки жаро- и засухоустойчивости зерновых культур для генетических и селекционных целей: Методические указания / Сост.: Кожушко Н.Н., Карамышев Р.М., Л.: ВИР, 1989. – 9с.
3. Bajjai M. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat / M. Bajjai, J.-M. Kinet and S. Lutts // Plant Growth Regulation. – 2001. – 00. – P.1-10.
4. Blum A. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat /A. Blum and A. Ebercon // Crop Sci. – 1981. –V.21 – P.43-47.
5. Grzesiak S. Evaluation of physiological screening tests for breeding drought resistant triticale (X Triticosecale Wittmack) /S. Grzesiak, T. Grezesiak, W. Filek, J.Stabryla J. // Acta Physiologia Plantarum. – 2003. –Vol.25. – №1. – P. 29-37.
6. Grzesiak M. Changes in response to drought stress of triticale and maize genotypes differing in drought resistance / M.T.Grzesiak, A.Rzepka, T.Hura, K.and A.Skoczowski. // Photosynthetica. – 2007. –V.45 (2). – P.280-287.
7. Grzesiak M.T. The relation between drought susceptibility index based on grain yield (DSIgy) and key physiological seedling traits in maize and triticale genotypes / M.T, Grzesiak, P. Waligorski, F. Janowiak, I. Marcińska, K. Huta, P. Szczyrek, T. Glab //Acta Physiol. Plant. – 2013. – Vol.35. – P.549-565.

МАРКЕРНАЯ ОЦЕНКА – ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗВЕДЕНИЯ И СЕЛЕКЦИИ СВИНЕЙ

Суслина Е.Н.

зав. отделом селекции и разведения свиней, ФГБНУ Всероссийского научно-исследовательского института племенного дела, доктор сельскохозяйственных наук,
Россия, г. Москва

Башмакова Н.В.

инженер-программист, ФГБНУ ВНИИплем,
Россия, г. Москва

Отбор свиноматок по выявленному маркеру высокого многоплодия гетерозиготному генотипу АВ, гена плодовитости ESR, позволил при создании материнского типа породы йоркшир «Абсолют» в ООО «АБСОЛЮТ-АГРО» Кировской области повысить многоплодие в третьем поколении на 0,5 голов.

Ключевые слова: ген плодовитости, отбор, тип.

Создание высокоспециализированных линий (типов) свиней, обладающих повышенными продуктивными и потребительскими качествами в настоящее время невозможно без использования современных достижений в области генетики животных. Маркирование признаков на уровне генотипа в дополнение к традиционным классическим методам селекции позволяет значительно повысить эффективность селекционно-племенной работы и достичь желаемого результата уже в течение нескольких генераций [1, 2].

На свиномкомплексе ООО «АБСОЛЮТ-АГРО» Кировской области с 2006 года проводится работа по созданию специализированного материнского типа породы йоркшир, завезенной из Канады. Для ускорения темпов селекции при создании материнского специализированного типа «Абсолют» в качестве дополнительных оценочных критериев при раннем отборе и подборе родительских пар проводились исследования по выявлению генетического маркера по основному селекционируемому признаку – многоплодие. Для определения ДНК маркера по многоплодию была проведена диагностика свинок и хрячков родительского поколения в возрасте 5 месяцев в количестве 50 свинок и 12 хрячков, у которых ПЦР-анализом был выявлен полиморфизм генов ESR и RYR-1. Аттестация проводилась в лаборатории молекулярной генетики и цитогенетики ФГБНУ ВНИИплем.

Исследования генетической структуры свинок и хрячков по гену эстрогенового рецептора (ESR) показали, что частота встречаемости генотипов составила: по свинкам – АВ – 20%, АА – 42%, ВВ – 38%; по хрячкам – АВ – 33%, АА – 42%, ВВ – 25%. Генотипирование свинок на наличие мутантного аллеля «n» гена RYR-1 показало, что все свинки стрессустойчивые (имеют генотип «NN»). Из 12 хрячков 2 имели гетерозиготный генотип «Nn», остальные 10 хрячков имели по гену RYR-1 гомозиготный генотип «NN».

Таблица 1

Воспроизводительные качества свиней родительского поколения (F₀) выводимого типа «Абсолют» разных генотипов

Генотип генов	% генотипов	Многоплодие, гол.	В 30 дней		
			голов	живая масса, кг	масса 1 поросенка
AB	20	15,1±0,6***	11,5±0,4***	104,6±3,6***	9,1±0,2***
AA	42	10,5±0,4	9,9±0,3	89,7±3,5	8,6±0,1
BB	38	12,7±0,6***	11,0±0,3***	96,2±3,8	8,7±0,2
В среднем	100	12,8±0,3	10,8±0,1	96,8±2,1	8,8±0,1

***P<0,001

Анализ воспроизводительных качеств свиней родительского поколения (00) (табл. 1) выводимого типа «Абсолют» разных генотипов показал, что самым высоким многоплодием отличались свиноматки с гетерозиготным генотипом АВ – 15,1 голов. Воспроизводительные качества свиноматок с гетерозиготным генотипом АВ превышали воспроизводительные качества свиноматок с гомозиготным генотипом АА: многоплодие на 4,6 поросенка (P<0,001), количество голов и живая масса гнезда при отъеме в 30 дней, соответственно на 1,6 гол. (P<0,001) и 14,9 кг (P<0,001); с гомозиготным генотипом ВВ: многоплодие на 2,4 гол. (P<0,001), количество голов и живая масса гнезда при отъеме на 0,5 гол. (P<0,001) и 8,4 кг (P<0,001).

Свиноматки с генотипом АА имели многоплодие, количество поросят и живую массу гнезда при отъеме в 30 дней соответственно на 2,2 гол. (P<0,001), 1,1 гол. (P<0,001) и на 6,5 кг (P<0,001) меньше, чем свиноматки с генотипом ВВ. При гомогенном подборе хряков и свиноматок наиболее низкую продуктивность, как указано в таблице 1, имели свиноматки и хряки с генотипом АА, а самую высокую – свиноматки и хряки с гетерозиготным генотипом АВ.

Целенаправленный отбор по воспроизводительным признакам, высокое селекционное давление на свиноматок – 50%, на хряков – 90% по основному селекционируемому признаку – многоплодие и внутрилинейный гомогенный подбор по генотипу АВ (желательный) позволили за 6 лет селекционного процесса получить третье поколение свиноматок и хряков создаваемого типа «Абсолют» породы йоркшир (табл. 2).

Таблица 2

Воспроизводительная продуктивность свиноматок

Поколение	Всего опоросов	Многоплодие, гол.	В 30 дней			Сохранный, %	Гомозиготность, %	Однородность, %
			голов	живая масса гнезда, кг	масса 1 поросенка			
F ₀	885	11,9±0,16	10,5±0,10	89,0±1,10	8,5±0,07	90,0	-	-
F ₁	985	12,2±0,12	10,7±0,06	96,2±0,75	8,9±0,05	89,0	54,0	67,0
F ₂	895	12,3±0,21	11,2±0,11	100,6±1,34	9,2±0,08	91,8	57,0	71,0
F ₃	768	12,4±0,36***	11,6±0,30***	104,6±2,95***	9,5±0,22	93,5	66,0	76,0

***P<0,001

В третьем поколении основной селекционируемый признак – многоплодие по сравнению с многоплодием родительского поколения увеличился на 0,5 поросенка (P<0,001). Процент встречаемости генотипа АВ в третьем поколении уве-

личился на 15%, количество свиноматок с генотипом ВВ увеличилось на 7%, а число свиноматок с генотипом АА уменьшилось почти вдвое.

Таким образом, диагностика свиноматок и хряков родительского поколения типа «Абсолют» по гену плодовитости ESR позволила выявить маркер высокого многоплодия в стаде породы йоркшир – гетерозиготный генотип АВ.

Список литературы

1. Зиновьева Н.А. Оценка животных по генетическим маркерам / Зиновьева Н.А., Шавырина К.М., Адаменко В.А., Енин Ю.М., Гуденко Н.Д. // Промышленное и племенное свиноводство. – 2005. – № 2. – С. 18-20.
2. Kalashnikova L.A. Poligenic character of determination of reproductive traits of Belarus Meat-type pig breed / Kalashnikova L.A., Epishko O.A., Epishko T.I. // Russian Agricultural Science. – 2009. – V.5. – №2. – P.118-120.

ВЛИЯНИЕ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ХЛОПЧАТНИКА НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ

Токарев Н.А.

старший научный сотрудник отдела селекции и технологии возделывания хлопчатника ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства, кандидат сельскохозяйственных наук,
Россия, г. Камызяк

Токарева Н.Д.

заведующая отделом селекции и технологии возделывания хлопчатника ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства, кандидат сельскохозяйственных наук,
Россия, г. Камызяк

В статье дан анализ режима орошения сортов хлопчатника, созданных для России. Разработана оптимальная предполивная влажность почвы, поливные и оросительные нормы для условий Астраханской области. Максимальный урожай хлопка-сырца получен при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 70-70-60% и 80-70-70% НВ и составил 4,1-4,2 т/га.

Ключевые слова: хлопчатник, влагообеспеченность, оросительная, поливная норма, урожай.

Тепловые ресурсы Астраханской области велики и представляют огромные возможности в производстве с/х продукции, особенно теплолюбивых культур, при этом за последние 50 лет климатические условия, например, изменились в сторону нивелирования степени континентальности климата, со значительным сокращением количества осадков [1].

В наших исследованиях обоснована возможность выращивания хлопчатника на юге России, в частности, в дельте Волги. Впервые разработаны отдельные приемы агротехники, включающие в себя режим орошения хлопчатника. Разработка рационального режима орошения является одним из коренных проблем мелиорации [2].

Таблица 1

Схема опыта

Предполивная влажность почвы по фазам развития растений, %			
№ варианта	всходы-бутонизация	бутонизация-плодообразование	плодообразование-созревание
1	60	50	50
2	60	60	60
3	70	70	60
4	80	70	70

Объектом исследований являлся сорт хлопчатника АС-1 (№ патента 4134). Повторность опыта четырехкратная. Площадь учетной делянки – 18,9 м², посевной – 88 м². Схема посева: расстояние в междурядьях 0,7 м, в рядке – 0,1-0,12 м. Площадь питания одного растения составила 0,07 м² при заданной густоте стояния 140 тыс. раст./га. Место размещения опыта – Астраханская область, Камызякский район, Опытное поле ФГБНУ ВНИИООБ. Предшественник – многолетняя залежь. Полив проводился согласно вариантам опыта. Предполивная влажность почвы в вариантах опыта в течение всего поливного сезона на посевах хлопчатника была в заданных пределах, согласно схеме опыта и зависела от уровня предполивной влажности.

В зависимости от поддержания предполивной влажности почвы меняется и число поливов. В первом варианте («сухой») было проведено 7 вегетационных поливов, во втором – 8 поливов, в третьем – 12 и в четвертом – 15 поливов. Поливные нормы по фазам развития растений хлопчатника в первом варианте изменялись от 172 до 669 м³/га, во втором – 176,2-549,3 м³/га, в третьем 141,6-490 м³/га, в четвертом – 108,4-365 м³/га.

При поддержании влажности на уровне 60-50-50% и 60% НВ межполивной период составил в текущем году (2014 г.) от 7 до 10 дней, при 70-70-60% НВ – 4-9 дней, при влажности 80-70-70% НВ – 2-7 дней.

Оросительная норма находится в прямой зависимости от количества поливов и поливных норм. Согласно вариантам оросительные нормы за весь вегетационный период составили: 2144,6 (в-1), 2529,5 (в-2), 2667,0 (в-3), 2721,5 м³/га (в-4).

Закономерность, полученная при анализе продуктивных и хозяйственно-ценных признаков, сохраняется и при подсчете урожая хлопка-сырца.

По данным таблицы 2 доморозный урожай в первом варианте, где поддерживалась влажность почвы на уровне 60-50-50% НВ составил 4,2 т/га, послеморозный – 0,65 т/га. При влажности почвы 60% НВ урожай получен в пределах 4,7 т/га и 1,3 т/га соответственно.

Таблица 2

Урожайность хлопчатника при разных режимах орошения, т/га

№	Вариант	Общий урожай	Доморозный урожай по повторениям					Послеморозный урожай, средний	
			I	II	III	IV	сред.	т/га	%
1	60-50-50	4,9	4,7	3,9	4,2	4,1	4,2	0,65	13,4
2	60-60-60	6,0	5,0	4,1	5,3	4,2	4,7	1,3	21,7
3	70-70-60	7,9	6,5	5,8	6,0	6,0	6,1	1,8	22,7
4	80-70-70	7,8	5,0	5,7	6,2	6,1	5,8	2,0	25,6
НСР _{0,05}							0,73		

При поддержании влажности почвы на более высоком уровне урожай хлопка-сырца достоверно увеличился. При влажности почвы 70-70-60% НВ доморозный урожай составил 6,1 т/га, послеморозный – 1,8 т/га; при 80-70-70% НВ – 5,8 и 2,0 т/га соответственно. Наибольший процент послеморозного урожая получен в самом «влажном» варианте, т.е. излишняя влага затягивает процесс созревания.

И так, наибольшее количество продуктивных и хозяйственно-ценных признаков было накоплено при влажности почвы 70-70-60% НВ, наименьшие показатели были зафиксированы в варианте с влажностью почвы 60-50-50% НВ. С увеличением влажности почвы до 70-70-60% и 80-70-70% НВ повысился сбор урожая хлопка-сырца до 4,1-4,2 т/га, по сравнению с «сухими» вариантами, где разница является существенной.

Список литературы

1. Токарева Н.Д. Пути повышения продуктивности хлопчатника на орошении// Н.Д. Токарева, Н.А. Токарев, Г.С. Шахмедова.
2. Токарева Н.Д. Урожайность хлопчатника в зависимости от уровня влажности почвы в дельте Волги/ Н.Д. Токарева, Н.А.Токарев// Современные проблемы повышения продуктивности аридных территорий: сб. ст. междунар. н.-пр. конф. 16-18 мая 2014г.- М.,2014.-С.140-142.

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ЧИСТОКРОВНЫХ ВЕРХОВЫХ КОБЫЛ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ГЕТЕРОЗИГОТНОСТИ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ

Храброва Л.А.

главный научный сотрудник лаборатории генетики
Всероссийского НИИ коневодства, докт. с.-х. наук, профессор,
Россия, п. Дивово Рязанской обл.

Блохина Н.В.

научный сотрудник лаборатории генетики
Всероссийского НИИ коневодства, канд. с.-х. наук,
Россия, п. Дивово Рязанской обл.

В статье проанализированы основные показатели воспроизводительных качеств кобыл чистокровной верховой породы в связи со степенью гетерозиготности по 13 локусам микросателлитов ДНК. Выявлена высокая вариабельность уровня гетерозиготности лошадей чистокровной верховой породы по локусам микросателлитов ДНК (30,8-100%), при этом лучшие показатели воспроизводства были определены у маток с наиболее высокой степенью гетерозиготности.

Ключевые слова: гетерозиготность, локус, микросателлиты ДНК, чистокровная верховая порода лошадей.

Генетическое тестирование лошадей позволяет не только надежно контролировать их происхождение, но и оценивать степень гетерозиготности на

индивидуальном и популяционном уровне. Наряду с генетической структурой степень гетерозиготности является важной характеристикой гетерогенности популяции, поскольку отражает уровень инбридинга и коррелирует с повышенной жизнеспособностью и воспроизводительной способностью гетерозигот [1, 2, 3].

Целью наших исследований было проведение сравнительного анализа показателей воспроизводства кобыл чистокровной верховой породы с разной степенью гетерозиготности по локусам микросателлитов ДНК.

При проведении работы была использована база данных ДНК маркеров 679 маток чистокровной верховой породы, принадлежащих конным заводам и частным владельцам. Степень гетерозиготности (Но) лошадей определяли как средний суммарный показатель по 13 панельным микросателлитным локусам. При оценке плодовитости кобыл, продуцирующих не менее 3-х лет, учитывали количество плодовых лет, число аборт, мертворожденных и живых жеребят. Деловой выход жеребят рассчитывали как число жеребят к отъему по отношению к числу плодовых лет. Влияние степени гетерозиготности микросателлитных локусов на показатели воспроизводства определяли методом однофакторного дисперсионного анализа. Для статистической обработки данных использовали программное обеспечение MS Excel 2003.

Различия в показателях воспроизводства 679 маток чистокровной верховой породы, сгруппированных в зависимости от степени гетерозиготности микросателлитных локусов, представлены в таблице. Среднее число плодовых лет в группах кобыл с разным уровнем гетерозиготности колебалось в достаточно широком интервале 4,7-7,7. При этом было установлено, что повышение уровня гетерозиготности определяет более продолжительное заводское использование маток ($\eta^2x=0,032$, $P=0,95$).

Таблица

Показатели воспроизводства чистокровных верховых кобыл с разной степенью гетерозиготности по микросателлитным локусам

Но локусов (%)	n	Число плодов. лет	Зажереб- ляемость (%)		Благополучн. выжеребка (%)		Аборты (%)		Мертворож- денные (%)		Выход жеребят (%)	
			М	±m	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
100	3	7,7	92,30	6,67	90,48	10,16	0,00	0,00	8,70	4,75	82,61	11,70
92,3	31	5,6	77,91	4,03	89,43	3,36	2,33	1,01	4,07	1,68	71,51	4,31
84,6	66	4,9	81,79	2,53	83,96	2,90	3,08	1,38	10,19	2,47	68,52	3,21
76,9	127	5,4	82,36	1,70	86,96	1,48	4,08	0,93	6,12	1,24	72,16	2,08
69,2	167	5,3	81,58	1,59	87,45	1,61	3,05	0,77	7,12	1,27	71,41	1,84
61,5	145	5,2	81,03	1,61	88,75	1,53	3,18	0,85	5,17	1,02	72,68	1,85
53,9	84	5,1	85,05	1,64	86,81	2,13	3,51	1,14	7,71	1,97	73,83	1,91
46,2	35	6,0	83,34	3,12	88,79	2,67	3,34	1,90	5,71	1,82	74,29	3,77
38,5	16	4,7	78,67	3,38	89,67	4,44	4,00	1,56	6,67	2,17	68,00	6,55
30,8	5	6,0	63,33	8,33	84,24	8,33	3,33	1,57	6,67	2,94	53,33	7,33
Итого	679	5,3	82,03	0,83	86,23	0,89	4,65	1,05	5,35	0,41	72,03	0,94

Лучшие показатели зажеребляемости (92,3%) и делового выхода жеребят (82,6%) при максимальном количестве плодовых лет имели кобылы, гетерозиготные по всем 13-ти микросателлитным локусам ($H_o=100\%$). По этим показателям плодовой деятельности они заметно превосходили чистокровных верховых маток, характеризующихся самой низкой степенью гетерозиготности ($H_o=30,8\%$). Разница между этими двумя наиболее контрастными по гетерозиготности группами кобыл по показателю делового выхода жеребят составила 29,3%, но не была статистически значимой ($P < 0,95$), как и различия между всеми другими сравниваемыми группами. Необходимо отметить, что распределение чистокровных верховых кобыл по степени гомо/гетерозиготности микросателлитных локусов было очень близко к нормальному [2], что свидетельствует о существовании в данной породе нескольких разнонаправленных векторов отбора. Кобылы с высокой степенью гомозиготности ($H_o < 30,8\%$) характеризовались сравнительно низкими показателями воспроизводства, но при этом выделялись хорошей скаковой работоспособностью.

Таким образом, анализ генотипов чистокровных верховых кобыл по локусам микросателлитов ДНК выявил высокую вариабельность степени гетерозиготности лошадей, при этом наиболее высокие показатели воспроизводства имели матки с высокой степенью гетерозиготности. Снижение этого уровня ниже 30,8% сопровождалось резким ухудшением репродуктивных качеств кобыл.

Список литературы

1. Левонтин, Р. Генетические основы эволюции [Текст] / Р. Левонтин. – М.: Мир, 1978. – 351 с.
2. Храброва Л.А. Влияние инбридинга на степень гомозиготности чистокровных верховых лошадей по локусам микросателлитов ДНК [Текст] / Л.А. Храброва // Коневодство и конный спорт. - 2010. – № 5. – С.7-8.
3. Эрнст, Л.К. Биологические проблемы животноводства в XXI веке [Текст] / Л.К. Эрнст, Н.А. Зиновьева. М., 2008. – 508 с.

Научное издание

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ
СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Сборник научных трудов
по материалам VI Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 31 декабря 2014 г.

В шести частях
Часть I

Подписано в печать 15.01.2015. Гарнитура Times New Roman.

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 10,93. Тираж 100 экз. Заказ № 2.

ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1

ИП Петрова М.Г., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а