



# Вестник

МОСКОВСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ОБЛАСТНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

*Серия*

***ЕСТЕСТВЕННЫЕ  
НАУКИ***



***№2 / 2013***

# СОДЕРЖАНИЕ

## РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЯ

<i>Арешидзе Д.А., Тимченко Л.Д.</i> ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ПЕЧЕНИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ .....	7
<i>Арешидзе Д.А., Тимченко Л.Д., Снисаренко Т.А.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ЕЁ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ТОКСИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ.....	13
<i>Ахундов А.Г., Касимов Р.Ю., Рустамов Э.К.</i> МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ РЫБ КАК БИОМАРКЕР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК .....	17
<i>Гурбанов Э.М., Асланова С.Ш.</i> НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ГОРНОЙ ЧАСТИ ЛЕНКОРАНИ.....	21
<i>Девятков А.Г., Юрковская М. Е., Леунов В.И., Ховрин А.Н., Клыгина Т.Э.</i> ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СРЕДЫ, ПЕРЕНОСЧИКОВ ПЫЛЬЦЫ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРУ ПЛОДА МОРКОВИ СТОЛОВОЙ (DAUCUS CAROTA L.).....	25
<i>Исгендерова Т.Г.</i> ИНДИКАЦИЯ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....	34
<i>Костюк С.В., Чвартацкая О.В., Севастьянова Г.А., Вейко Н.Н.</i> АКТИВАЦИЯ $tlr9$ -, $NF-kB$ -, $JNK/p38$ - И $IRF$ -СИГНАЛЬНЫХ ПУТЕЙ В МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТКАХ ЧЕЛОВЕКА .....	38
<i>Кулиева С.К., Гасымов Ш.Н.</i> МОРФОГЕНЕЗ ЮВЕНИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛУКА (ALLIUM L.) ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ИЗ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ НАХЧЫВАНСКОЙ АР НА АПШЕРОНЕ .....	45
<i>Мелик-Гусейнов В.В., Тхамокова Ф.К., Шильников Д.С.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛАПЧАТКИ БЕЛОЙ (POTENTILLA ALBA L.) НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ.....	49
<i>Минлятова С.П.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА ПИЩИ МОЛОДИ МИНТАЯ В ВОДАХ У ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ В АВГУСТЕ 2011 И 2012 гг. ....	53
<i>Мирзоева Б.Г., Мамедов З.М.</i> ВЛИЯНИЕ ИЗОКАТИОННЫХ СОЛЕЙ НАТРИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА И НА ДИНАМИКУ АКТИВНОСТИ ГЛЮКОЗО-6-ФОСФАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ И МАЛАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ (ДЕКАРБОКСИЛИРУЮЩЕЙ) ПРОРОСТКОВ ФАСОЛИ .....	58
<i>Молоканова Ю.П.</i> ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РИТМ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА.....	63
<i>Попович А.В.</i> НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ НОВОРОССИЙСКОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЙОНА (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ).....	70
<i>Рузиева Д.М., Расулова Г.А., Лобанова К.В., Каримова Ф.А., Гулямова Т.Г.</i> СИНТЕЗ ЛОВАСТАТИНА НА РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТАХ ПРИ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ASPERGILLUS TERREUS....	76
<i>Эминов А.У., Бабаев Х.Ф.</i> ВЛИЯНИЕ МИКРОВОЛН НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ У КРЫС ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	80

## РАЗДЕЛ II. ХИМИЯ

<i>Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ИССЛЕДОВАНИИ КЛЕТОЧНЫХ СТенок ДРОЖЖЕЙ SACCHAROMYCES CEREVISIAE .....	83
<i>Бреева Н.В.</i> ИЗОТОПНЫЙ ОБМЕН В МОЛЕКУЛАХ СО НА ОКСИДЕ ЛАНТАНА.....	89
<i>Макаренков Д.А., Назаров В.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАНУЛ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ И ВОДОРАСТВОРИМЫХ УДОБРЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ В ТУРБОЛОПАСТНЫХ СКОРОСТНЫХ ГРАНУЛЯТОРАХ.....	94
<i>Титова К.В., Кокрятская Н.М.</i> СОЕДИНЕНИЯ СЕРЫ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОСАДКАХ МАЛЫХ ОЗЕР ЮГО-ЗАПАДА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	101

**РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ. ЭКОЛОГИЯ**

<b>Буц Ю.В.</b> ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА ВИДОВОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПОЙМЕННЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ.....	106
<b>Гармаш Т.П.</b> РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕССА В ФОРМИРОВАНИИ ОСНОВ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ И ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИЙ (ПОЛТАВСКАЯ ГУБЕРНИЯ СЕРЕДИНЫ XIX СТ.).....	110

**РАЗДЕЛ IV. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ БИОЛОГИИ,  
ГЕОГРАФИИ И ЭКОЛОГИИ**

<b>Дунаева Е.А.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	115
<b>Калмыкова Е.Н.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ.....	119
<b>НАШИ АВТОРЫ</b> .....	124

# CONTENTS

## SECTION I. BIOLOGY

<b>D. Areshidze, L. Timchenko.</b> ONTOGENETIC VARIABILITY OF INFORMATIONAL CONDITION OF LIVER OF MAMMALS.....	7
<b>D. Areshidze, L. Timchenko, T. Snisarenko.</b> INFORMATIONAL CONDITION OF LIVER OF RATS OF DIFFERENT AGES IN ITS EXPERIMENTAL TOXIC DAMAGE.....	13
<b>A. Akhundov, R. Kasimov, E. Rustamov.</b> MUSCLE TISSUE OF FISH AS A BIOMARKER OF ECOLOGICAL STATUS OF RIVERS .....	17
<b>E. Qurbanov, S. Aslanova.</b> NEW DISSEMINATION AREAS OF SOME SPECIES IN THE MOUNTAIN PART OF LENKORAN .....	21
<b>A. Devyatov, M. Yurkovskaya, V. Leunov, A. Khovrin, T. Klygina.</b> IMPACT OF ENVIRONMENT AND POLLEN VECTORS ON SEED PRODUCTION AND STRUCTURE OF CARROT ( <i>DAUCUS CAROTA L.</i> ).....	25
<b>T. Isgandarova.</b> INDICATION OF ATMOSPHERE POLLUTION .....	34
<b>S. Kostuyk, O. Chvartatskaya, G. Sevastyanova, N. Veiko.</b> ACTIVATION OF TLR9-, NF-KB-, JNK/P38-И IRF-SIGNAL PATHWAYS IN MESENCHYMAL STEM CELLS.....	38
<b>S. Guliyeva, Sh. Gasimov.</b> MORPHOGENESIS OF JUVENILE PLANTS OF SOME ONION ( <i>ALLIUM L.</i> ) SPECIES, INTRODUCED FROM THE NATURAL FLORA OF THE NAKHICHEVAN AR ON ABSHERON .....	45
<b>V. Melik-Gusseinov, F. Tkhamokova, D. Shylnikov.</b> PROSPECTS OF CULTIVATING <i>POTENTILLA ALBA L.</i> IN THE NORTHERN CAUCASUS.....	49
<b>S. Minliyatova.</b> COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF FOOD COMPOSITIONS OF JUVENILE POLLOCK IN AUGUST 2011 AND 2012 AT THE WATERS OF THE SOUTH-EASTERN COAST OF KAMCHATKA.....	53
<b>B. Mirzoyeva, Z. Mammadov.</b> EFFECT OF ISOCATIONIC SODIUM SALTS ON THE GROWTH INTENSITY AND THE KINETICS OF GLUCOSE-6-PHOSPHATE DEHYDROGENASE AND MALATE DEHYDROGENASE (DECARBOXYLATING) ACTIVITY OF BEAN SEEDLINGS .....	58
<b>Yu. Molokanova.</b> FACTORS DETERMINING HEART RATE IN YOUNG PEOPLE.....	63
<b>A. Popovich.</b> NEW AND RARE SPECIES OF VASCULAR PLANTS OF THE NOVOROSSYISK FLORISTICAL REGION (THE NORTHWEST CAUCASUS) .....	70
<b>D. Ruzieva, G. Rasulova, K. Lobanova, F. Karimova, T. Gulyamova.</b> LOVASTATIN PRODUCTION BY <i>ASPERGILLUS TERREUS</i> ON DIFFERENT SUBSTRATES IN SOLID-PHASE FERMENTATION .....	76
<b>A. Eminov, Kh. Babaev.</b> INFLUENCE OF LOW-INTENSITY MICROWAVES ON THE PROOXIDANT-ANTIOXIDANT CONDITION OF THE RAT LIVER AFTER EXPOSURE TO X-RAYS.....	80

## SECTION II. CHEMISTRY

<b>S. Aronbaev, A. Nasimov, D. Aronbaev.</b> APPLICATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS IN STUDYNG OF CELL WALLS OF THE YEAST <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> .....	83
<b>N. Breeva.</b> CO ISOTOPIC EXCHANGE REACTION OVER $La_2O_3$ CATALYSTS.....	89
<b>D. Makarenkov, V. Nazarov.</b> INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF GRANULES OF COMPLEX AND WATER-SOLUBLE FERTILIZERS PRODUCED IN HIGH-SPEED GRANULATORS.....	94
<b>X. Titova, N. Kokryatskaya.</b> SULFUR COMPOUNDS IN WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF SMALL LAKES OF THE SOUTH-WEST OF THE ARKHANGELSK REGION .....	101

**SECTION III. EARTH SCIENCE AND ECOLOGY**

**Y. Buts.** INFLUENCE OF THE FIRE FACTOR ON SPECIFIC VARIETY OF FLOOD-PLAIN COMPLEXES.....106

**T. Harmash.** REGIONAL PRESS IN SHAPING THE FOUNDATIONS OF ENVIRONMENTAL ACTIVITIES: IMPLEMENTATION OF THE INFORMATIONAL AND EDUCATIONAL FUNCTIONS (POLTAVA GUBERNIA OF THE MID-NINETEENTH CENTURY).....110

**SECTION IV. TEACHING METHODS OF BIOLOGY,  
GEOGRAPHY AND ECOLOGY**

**E. Dunaeva.** ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ENVIRONMENTAL ACTIVITY IN MUNICIPAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF THE MOSCOW REGION .....115

**E. Kalmykova.** ORGANIZATION OF STUDENT'S EDUCATIONAL ACTIVITY AT BIOLOGY LESSONS.....119

**OUR AUTHORS**..... 124

## РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЯ

УДК 636.028

*Арешидзе Д.А.<sup>1</sup>, Тимченко Л.Д.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Московский государственный областной университет

<sup>2</sup>Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

### ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ПЕЧЕНИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

*D. Areshidze<sup>1</sup>, L. Timchenko<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Moscow State Regional University

<sup>2</sup>North-Caucasic Federal University, Stavropol

#### ONTOGENETIC VARIABILITY OF INFORMATIONAL CONDITION OF LIVER OF MAMMALS

*Аннотация.* Были исследованы онтогенетические изменения информационных параметров печени, отражающей уровень её адаптационных ресурсов, а также интенсивность митотической и апоптической активности в органе. Обнаружена циклическая изменчивость исследованных параметров. Периоды онтогенеза, характеризующиеся снижением величин информационной морфологической организации, являются критическими, поскольку в это время органы характеризуются более низким уровнем регенераторно-адаптационных возможностей и меньшим количеством структурных элементов, служащих возможным резервом.

*Ключевые слова:* онтогенез, энтропия, печень, адаптация.

*Abstract.* We report the ontogenetic changes in the information parameters of liver, reflecting the level of its adaptation resources and the intensity of mitotic and apoptotic activity. We have found a cyclic variation of the parameters under study. Ontogeny periods characterized by low values of informational morphological organization are critical, since at that time the organs are characterized by a low level of regenerative adaptability and fewer structural elements serving as a potential reserve.

*Key words:* ontogeny, entropy, liver, adaptation.

Изучение онтогенетических преобразований в организме млекопитающих, механизмов их реализации на различных уровнях организации от молекулярного до системного, остаются одним из наиболее актуальных вопросов современной биологии. Изменения в пре- и постнатальном онтогенезе всё чаще рассматриваются как явления, вызванные динамикой адаптационно-регенераторных возможностей живых систем различного иерархического уровня [19; 20; 21]. Ряд авторов не исключает существование прямой связи изменения информационного состояния системы с развитием патологических процессов в различные периоды онтогенеза. Показано, что частота манифестации различных патологий, а также напряженность физиологических процессов, в том числе иммунобиологическая реактивность, подчиняются опре-

деленной онтогенетической цикличности [10; 11; 15]. Имеется ряд сообщений о взаимосвязи старения с возрастными энергоинформационными изменениями [6; 8; 12; 16; 17]. Учитывая, что с возрастом энтропия тканевых систем неуклонно возрастает [7; 13; 18], справедливо предположить изменения этого критерия, отражающего состояние адаптационных и регенераторных способностей организма и тканевого гомеостаза, в те периоды онтогенеза, когда отмечаются манифестации того или иного патологического процесса. В связи с этим представлялось актуальным изучить онтогенетическую изменчивость регенераторно-адаптационных способностей тканей млекопитающих и её роль в инициации патологических процессов.

Для исследования онтогенетической изменчивости информационного состояния печени млекопитающих нами было использованы органы 2050 белых крыс линии Вистар. Органы для исследования отбирали, начиная рождения. Максимальный возраст животных, использовавшихся в исследовании – 3 года и 8 месяцев.

Исходя из представления об информации в тканевой системе как об отражении разнообразия функции и морфологии процесса, предложенными и апробированными для оценки информационного состояния органов и тканей были следующие показатели – информационная морфологическая емкость ( $H_{max}$ ), информационная морфологическая энтропия ( $H$ ), информационная морфологическая организация ( $S$ ), относительная морфологическая энтропия ( $h$ ) и избыточность ( $R$ ), [1, 2, 3, 4, 9, 14]. При этом исходные характеристики, по которым рассчитываются эти параметры, могут варьировать достаточно широко (линейные размеры структур, их количество и др.). В нашем исследовании определялся объём ядер гепатоцитов. Используемые для оценки информационного состояния тканевой системы параметры определялись способами, предложенными и подробно описанными Г.Г. Автандиловым [1-5].

Апоптотический индекс вычисляли по формуле [15]:

$$AI = N_a / N \times 1000,$$

где:  $N_a$  – количество апоптотических клеток;  $N$  – общее количество клеток в исследуемой совокупности.

Митотический индекс определяли по формуле [15; 20]:

$$MI = N_m / N \times 1000,$$

где:  $N_m$  – число митозов;  $N$  – общее количество клеток в исследуемой совокупности.

Нами выявлено, что печень крыс в течении онтогенеза характеризовалась величиной  $H_{max}$ , равным  $3,2 \pm 0,0004$  бит. При исследовании динамики информационных параметров и интенсивности митоза и апоптоза в печени в течении постнатального онтогенеза, нами обнаружено, что величины исследуемых параметров испытывают определённые периодические колебания. Для печени новорождённых крысят обнаружено, что показатель  $H$  составляет  $2,32 \pm 0,013$  бит,  $S$  составляет  $0,88 \pm 0,014$  бит,  $h$  составила  $0,724 \pm 0,004$  бит, а величина  $R$  была  $27,58 \pm 0,43\%$ . Митотический индекс печени новорождённых крыс был равен  $12,78 \pm 0,33\%$ , апоптотический –  $2,47 \pm 0,17\%$ .

В последующие дни онтогенеза нами отмечено постепенное повышение значений показателей  $H$ ,  $h$ , МИ и снижение величин  $S$ ,  $R$  и АИ, продолжающееся до 9-го дня постнатального онтогенеза. К этому периоду значение  $H$  увеличивается до  $2,49 \pm 0,03$  бит,  $h$  возрастает до  $0,7781 \pm 0,025$  бит, а митотический индекс – до  $15,84 \pm 0,33\%$ . В то же время величина  $S$  снижается до  $0,71 \pm 0,026$  бит,  $R$  – до  $22,19 \pm 0,8\%$ , а АИ – до  $1,4 \pm 0,16\%$  (рис. 1, 2, 3, 4). Затем нами отмечается снижение величин  $H$ ,  $h$ , МИ, но возрастание  $S$ ,  $R$  и АИ, продолжающееся до 27 суток постнатального онтогенеза. В это время  $H$  равен  $2,42 \pm 0,033$  бит,  $S$  –  $0,78 \pm 0,031$  бит,  $h$  –  $0,755 \pm 0,01$  бит,  $R$  –  $24,48 \pm 0,98\%$ . МИ составил  $8,42 \pm 0,20\%$ , АИ –  $1,82 \pm 0,16\%$ .

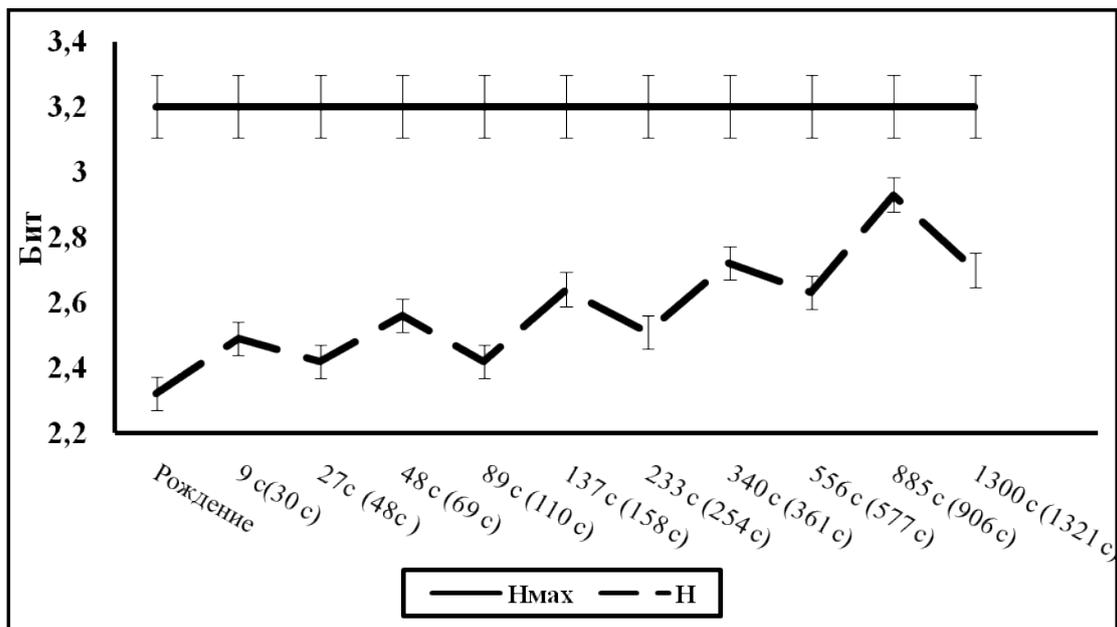


Рис. 1. Динамика показателей  $H_{\max}$  и  $H$  в печени крыс в пренатальном онтогенезе (здесь и далее по оси ординат в скобках – день онтогенеза с учётом пренатального)

Исследованные информационные параметры и интенсивность митоза и апоптоза после 27 суток меняют направленность изменений вплоть до 48 суток постнатального онтогенеза, когда происходит новая смена. К этому вре-

мени, по сравнению с предыдущим описанным периодом,  $H$  повышается до  $2,56 \pm 0,025$  бит,  $h$  возрастает до  $0,799 \pm 0,008$  бит,  $MI$  – до  $9,76 \pm 0,22\%$ .  $S$  снижается до  $0,64 \pm 0,024$  бит,  $R$  – до  $20,06 \pm 0,78\%$ ,  $AI$  – до  $1,1 \pm 0,06\%$ .

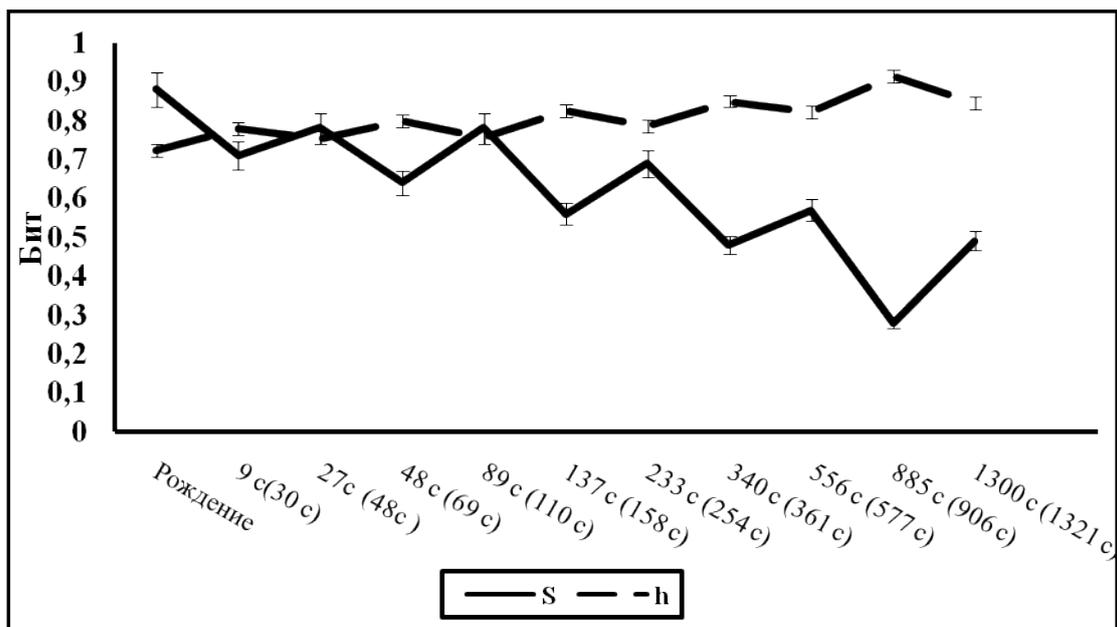


Рис. 2. Динамика показателей  $S$  и  $h$  в печени крыс в постнатальном онтогенезе

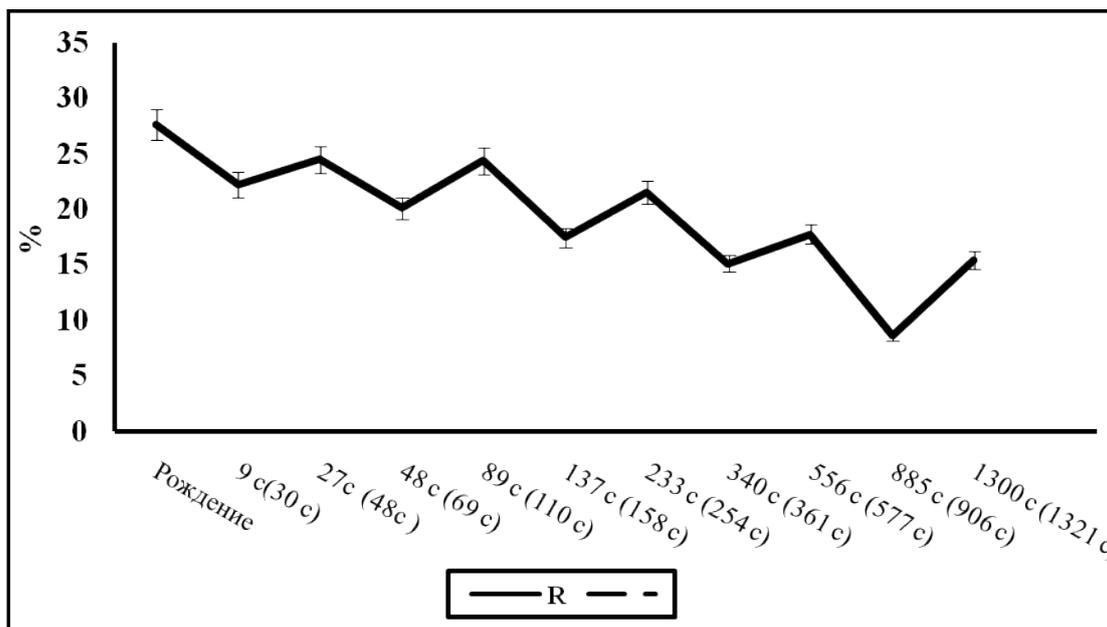


Рис. 3. Динамика показателя R в печени крыс в постнатальном онтогенезе

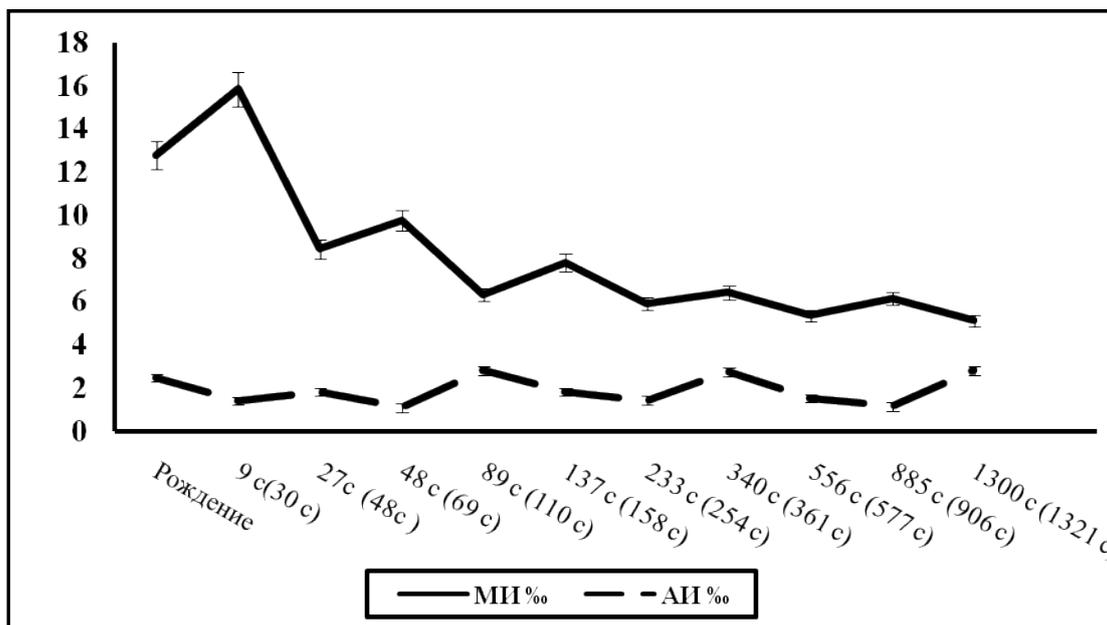


Рис. 4. Динамика величины митотического (МИ) и апоптического (АИ) индекса в печени крыс в постнатальном онтогенезе

На 89 сутки постнатального онтогенеза печень крыс характеризуется величиной  $H$ , равной  $2,42 \pm 0,041$  бит,  $S$ , равной  $0,78 \pm 0,041$  бит,  $h$  –  $0,757 \pm 0,01$  бит и  $R$ , составившей  $24,33 \pm 1,20\%$ .  $MI$  и  $AI$  составили  $6,39 \pm 0,24\%$  и  $2,8 \pm 0,19\%$  соответственно.

К 137 суткам постнатального онтогенеза  $H$  увеличился до  $2,64 \pm 0,024$  бит,  $h$  – до

К 137 суткам постнатального онтогенеза  $H$  увеличился до  $2,64 \pm 0,024$  бит,  $h$  – до

0,8254±0,008 бит, МИ – до 7,80±0,31%. Величина S снизилась к этому времени до 0,56±0,024 бит, R – до 17,46±0,78%, а АИ – до 1,82±0,14%.

На 233 сутки после рождения Н равен 2,51±0,026 бит, S – 0,69±0,026 бит, h – 0,785±0,008 бит, R – 21,51,48±0,83%, МИ составил 5,9±0,18%, АИ – 1,42±0,12%.

К 340 суткам постнатального онтогенеза Н вновь увеличился, составив 2,72±0,024 бит, h – 0,8494±0,006 бит, МИ – до 15,06±0,61%. Величина S снизилась к этому времени до 0,48±0,020 бит, R – до 15,06±0,61%, а АИ – до 2,76±0,21%.

На 556 сутки постнатального онтогенеза печень крыс характеризуется величиной Н, равной 2,63±0,016 бит, S, равной 0,57±0,016 бит, h – 0,823±0,005 бит и R, равной 17,74±0,51%. МИ и АИ составили 5,34±0,14% и 1,52±0,10% соответственно.

На 885 сутки онтогенеза Н повышается до 2,93±0,017 бит, h увеличивается до 0,914±0,005 бит, а МИ – до 6,14±0,21%. Соответственно, S по сравнению с прошлым описанным периодом снижается до 0,280±0,017 бит, R до 8,6±0,52% и АИ до 1,14±0,22%.

В последний исследованный период, 1300 сутки онтогенеза, Н снижается до 2,70±0,02 бит, h – до 0,8461±0,006 бит, а МИ – до 5,11±0,18%. В то же время S повышается до 0,49±0,02 бит, R – до 15,39±0,65%, АИ – до 2,81±0,2%.

В результате проведенных исследований нами обнаружено, что все исследованные параметры, характеризующие информационное состояние печени крыс в онтогенезе, претерпевают закономерные циклические изменения как в пренатальном, так и в постнатальном онтогенезе. Нами отмечены чередующиеся понижения и повышения значений энергоинформационных параметров. Период онтогенеза, на который придется очередная критическая точка (точка изменения вектора параметра, верхняя или нижняя точка экстремума), определяется уравнением:

$$T_n = T_{n-1} + 1,29T_{n-1},$$

где:  $T_n$  – критический период онтогенеза (в сутках с учётом пренатального онтогенеза);  $T_{n-1}$  – предыдущая точка экстремума с тем же знаком (в сутках с учётом пренатального онтогенеза); 1,29 – постоянный коэффициент.

В онтогенезе нами выделены следующие периоды, в которые происходит изменение направленности энергоинформационных параметров: период инфантильности; период ювенильности, период молодости; взрослый период, период старости и период предельной старости. Такое распределение точек экстремума энергоинформационного состояния свидетельствует о постепенном нарастании энтропии в онтогенезе и об увеличении продолжительности периодов при относительно постоянной амплитуде величины энергоинформационных параметров.

Интенсивность пролиферативной и апоптической активности, во многом определяющих уровень регенераторно-адаптационного потенциала тканей и органов и являющихся основными механизмами развития, в онтогенезе изменяется с той же закономерностью, но повышение апоптического индекса сопровождается снижением индекса митотического, и наоборот. Периоды онтогенеза, характеризующиеся снижением величин информационной морфологической организации, являются критическими, поскольку в это время органы характеризуются более низким уровнем регенераторно-адаптационных возможностей и меньшим количеством структурных элементов, служащих возможным резервом.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Автандилов Г.Г. Морфометрия в патологии. – М.: Медицина, 1980. – 284 с.
2. Автандилов Г.Г., Яблучанский Н.И., Губенко В.Г. Системная стереометрия в изучении патологического процесса. – М.: Медицина, 1982. – 192 с.
3. Автандилов Г.Г. Проблемы патогенеза и патологоанатомической диагностики болезней в аспектах морфометрии. – М.: Медицина, 1986. – 288 с.
4. Автандилов Г.Г. Морфометрия в патологии. – М.: Медицина, 2002. – 318 с.
5. Автандилов Г.Г. Медицинская плоидометрия. – М.: Медицина, 2006. – 297 с.

6. Бакусов Л.М. Применение показателя приближенной энтропии (APEN) для оценки регулярности физиологических процессов / Л.М. Бакусов, Р.Х. Зулкарнев, Ш.З. Загидуллин и др. // Вестник новых медицинских технологий. – 1998. – № 5. – С. 14–27.
7. Гнатюк М.С. Количественная оценка разных отделов сердца молодых и старых крыс // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1983 – № 5. – С. 33–36.
8. Донцов В.И. Системный подход к анализу процесса старения // Физиология человека. – 1990. – Т. 24 (№ 1). – С. 82–87.
9. Зыков В.А. Изменчивость соединительнотканного каркаса матки. – Владивосток: Изд-во АН СССР, 1990. – 64 с.
10. Макаров А.К., Сенькова Т.М. Строение и целенаправленное воздействие на изменчивость регенерирующей кожи // Материалы зональной научно-практической конференции и травматологов и ортопедов. – Благовещенск, 1994. – С. 94–96.
11. Макаров А.К., Земцова Л.И., Макаров Ф.А. Циклические изменения строения околоушных желез мужчин и женщин в онтогенезе // Материалы зональной научно-практической конференции травматологов и ортопедов. – Благовещенск, 1994. – С. 108–112.
12. Михельсон В.М. Наследственное преждевременное старение человека // Клиническая геронтология. – 1996. – № 4. – С. 4–10.
13. Мухина Т.С. Возрастные особенности строения и латентная патология щитовидной железы: автореферат дисс ... канд. мед. наук. – Волгоград, 2008. – 21 с.
14. Самотесов П.А. Изменчивость соединительнотканного каркаса поджелудочной железы и печени собак / П.А. Самотесов, Л.Д. Зыкова, Л.И. Вериги и др. // Тезисы докладов X Всесоюзного съезда АГЭ. – Полтава: Изд-во «Полтава». – 1986. – С. 300–304.
15. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке патогенетического статуса человека // Медицинская генетика. – 2007. – Т. 6 (№ 11). – С. 3–11.
16. Тимченко Л.Д., Макарова Т.М., Восканян С.Э. Жизнь, посвященная истине (Памяти профессора Макарова Александра Каллистратовича) // Материалы Всероссийской конференции хирургов. – Пятигорск, 1999. – С. 124–125.
17. Пыко С.А. Оценивание показателей хаотического поведения физиологических процессов при малых объемах выборочных данных // Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций: тезисы докладов научно-технической конференции – СПб. – 2001. – С. 109–111.
18. Халывкин А.В., Яшин А.И. Нормальное старение, как следствие реакции управляющих систем организма на внешние сигналы, не способствующие его полному самоподдержанию. I. Биологические предпосылки // Проблемы управления – 2004. – № 4. – С. 57–61.
19. Шилов В.Н. Молекулярные механизмы структурного гомеостаза. – М.: Интерсигнал, 2006. – 286 с.
20. Arantes-Oliveira N. Regulation of life-span by germ-line stem cells in *Caenorhabditis elegans* / Arantes-Oliveira, J. Apfeld, A. Dillin, C. Kenyon // Science. – 2002. – Vol. 295(5554). – P. 502–505.
21. Finch C.E. Genetics of aging / C.E. Finch, R.E. Tanzi // Scii. – 1997. – Vol. 278. – P. 407–412.

УДК 636.028:591

*Арешидзе Д.А.<sup>1</sup>, Тимченко Л.Д.<sup>2</sup>, Снисаренко Т.А.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Московский государственный областной университет

<sup>2</sup>Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

## ИНФОРМАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ КРЫС РАЗНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ЕЁ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ТОКСИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ

*D. Areshidze<sup>1</sup>, L. Timchenko<sup>2</sup>, T. Snisarenko<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Moscow State Regional University,

<sup>2</sup>North-Caucasic Federal University, Stavropol

### INFORMATIONAL CONDITION OF LIVER OF RATS OF DIFFERENT AGES IN ITS EXPERIMENTAL TOXIC DAMAGE

*Аннотация.* Проведено исследование информационного состояния печени крыс в течении онтогенеза в норме и при токсическом повреждении. Выявлена возрастная динамика информационных параметров печени, отражающих адаптационные возможности органа. Отмечено повышение уровня энтропии печени в онтогенезе, сопровождающееся снижением адаптационных возможностей органа. Показана зависимость тяжести повреждения печени от текущей энтропии органа.

*Ключевые слова:* печень, энтропия, возраст, адаптационные возможности

*Abstract.* We have studied the informational condition of liver of rats during ontogeny and in response to toxic injury. We have determined the age dynamics of information parameters of liver, which reflect its adaptability. It has been shown that an increase in the entropy of liver during ontogenesis is associated with a lower adaptability of liver. The dependence of the severity of the liver damage on the current body of entropy is presented.

*Keywords:* liver, entropy, age, adaptability.

Изучение онтогенетических преобразований в организме млекопитающих, механизмов их реализации на различных уровнях организации от молекулярного до системного, остаются одним из наиболее актуальных вопросов современной биологии. В то же время одним из ключевых для активно развивающихся отраслей медицины и биологии стало понятие «информация». Ряд авторов не исключает существование прямой связи изменения информационного состояния системы с развитием патологических процессов в различные периоды онтогенеза. В ряде исследований показано, что частота манифестации различных патологий, а также напряженность физиологических процессов, в том числе иммунобиологическая реактивность, подчиняются определенной онтогенетической цикличности [10; 11; 15]. Показано, что при повреждениях и при адаптационном реагировании в биосистемах происходит перераспределение энергоинформационных потоков, сопровождающих процессы структурной перестройки тканей [17].

Онтогенетические изменения важнейшей информационной характеристики тканевых систем – энтропии, выступающей в качестве меры неопределённости состояния или поведения системы в данных условиях, исследованы недостаточно, традиционно большая часть исследований посвящена системам на поздних этапах развития. Имеется ряд сообщений о взаимосвязи старения с возрастными энергоинформационными изменениями [6; 8; 12; 16; 17; 18]. Учитывая, что с возрастом энтропия тканевых систем неуклонно возрастает [7; 13], справедливо предполагать изменения этого критерия, отражающего состояние адаптационных

и регенераторных способностей организма и тканевого гомеостаза, в те периоды онтогенеза, когда отмечаются манифестации того или иного патологического процесса.

Несмотря на успехи в изучении причин возникновения и течения заболеваний, в том числе онкологических, современная наука не в состоянии однозначно ответить на вопрос о том, почему относительная частота тех или иных заболеваний возрастает в определенные этапы онтогенеза. При этом, независимо от вида патологического процесса, не существует однозначных адекватных критериев, позволяющих определить переход от состояния нормы к патологии, исследователю или специалисту-практику не представляется возможным достоверно дать прогноз относительно будущего наблюдаемой им тканевой системы. Глобальной проблемой является выявление закономерностей онтогенетической изменчивости информационного состояния органов млекопитающих, комплексно характеризующих их регенераторно-адаптационные способности, восприимчивость к воздействию нормальных и патологических факторов внешней и внутренней среды, в том числе и к биостимуляции. В связи со сказанным выше представляется актуальным изучение информационного состояния печени крыс разных возрастов при её токсическом повреждении.

Для исследования информационного состояния печени нами было использовано органы белых крыс линии Вистар в возрасте 30 дней, 60 дней, 1 год и 2 года. В каждую группу входило по 30 животных. Животных ингалировали четырехлористым углеродом по 2 мин. в сутки в течение 6 дней. Также были сформированы контрольные группы крыс тех же возрастов.

Исследованные органы отбирались после усыпления животных под эфирным наркозом. После фиксации материала 10%-нейтральным забуференным формалином проводилась проводка по общепринятой методике с последующей заливкой в парафин. При проведении исследований органов, залитых в парафин, готовились серийные срезы толщиной 5-6 мкм с последующей

окраской гематоксилин эозином. Гистологические срезы были получены на санном микротоме «МС-2», для гистохимического определения липидов использовали замораживающий столик «СМЗ-Уником». Окраска гематоксилин-эозином осуществлялась по общепринятой методике. Окрашенные срезы заключали в бальзам.

Исходя из представления об информации в тканевой системе как об отражении разнообразия функции и морфологии процесса, предложенными и апробированными для оценки информационного состояния органов и тканей были следующие показатели – информационная морфологическая емкость ( $H_{max}$ ), информационная морфологическая энтропия ( $H$ ), информационная морфологическая организация ( $S$ ), относительная морфологическая энтропия ( $h$ ) и избыточность ( $R$ ), [1; 2; 3; 4; 9]. При этом исходные характеристики, по которым рассчитываются эти параметры, могут варьировать достаточно широко (линейные размеры структур, их количество и др.). В нашем исследовании определялся объём ядер гепатоцитов. Информационная морфологическая емкость  $H_{max}$ , т.е. максимальное структурное разнообразие, вычисляется по формуле [1; 2; 3; 4; 5; 14]:

$$H_{max} = \log_2 n,$$

где  $n$  - количество классов.

Затем производится расчет реального структурного разнообразия  $H$ . Реальное структурное разнообразие является тем параметром, который ясно иллюстрирует степень детерминированности морфофункциональной системы во времени и пространстве [1-5]. Расчёт производился по формуле:

$$H = -\sum P_i \log_2 P_i,$$

где:  $\sum P_i$  – сумма вероятностей пребывания измеряемого параметра клеток в одном из представленных классов;  $\log_2 P_i$  – логарифм вероятности пребывания в одном из возможных классов. При этом величина  $P_i$  определяется как классическая вероятность [1-5].

Зная максимальное и фактическое структурное разнообразие, можно рассчитать организацию системы (S), т.е. разницу между максимально возможным и реальным структурным разнообразием (реализованное структурное разнообразие). Этот параметр, по нашему мнению, отображает состояние адаптационных возможностей системы на данный момент. Для определения величины этого параметра использовалась формула [1-5]:

$$S = H_{\max} - H.$$

Следует учитывать, что при  $H = H_{\max}$  система считается детерминированной, но такое соотношение для подавляющего большинства органов допустимо только теоретически.

Затем определяется коэффициент относительной энтропии системы или (коэффициент сжатия информации) h по формуле [1-5]:

$$h = H / H_{\max}.$$

Высокий уровень относительной морфологической энтропии свидетельствует о неупорядоченности системы и значительном снижении уровня её структурной целостности [1-4]. Коэффициент относительной организации системы (коэффициент избыточности) R определяется по формуле [1-4]:

$$R = (S / H_{\max}) \times 100\% = (1 - h) / 100\%.$$

В результате исследования нами обнаружено, что для печени крыс всех возрастов и групп  $H_{\max}$  составляет  $3,2 \pm 0,004$  бит. При этом показатель H у интактных крыс существенно и достоверно отличался. Так, для животных в возрасте 30 дней этот параметр составил  $2,42 \pm 0,033$  бит, в 60 дней он был равен  $2,56 \pm 0,025$  бит, в 1 год –  $2,72 \pm 0,019$  бит, и в 2 года –  $2,93 \pm 0,017$  бит. Соответственно отличались и другие изученные параметры (см. табл 1.).

Таким образом, можно утверждать, что в онтогенезе происходит существенное нарастание энтропии печени, что снижает уровень адаптационных ресурсов органа. Это предположение подтверждается и анализом состояния органа после его токсического повреждения. При патоморфологическом исследовании было отмечено, что степень поражения органа возрастает с возрастом. У крыс в возрасте 30 дней H печени после повреждения  $CCl_4$  составил  $2,69 \pm 0,030$  бит, в 60 дней –  $2,84 \pm 0,028$  бит, печень годовалых животных характеризовалась величиной H, равной  $2,91 \pm 0,005$  бит, а в 2 года –  $3,08 \pm 0,012$  бит. Соответствующим образом изменились и другие информационные параметры, характеризующие орган (см. табл. 2).

Таблица 1

### Информационные параметры печени интактных крыс

Возраст	$H_{\max}$ (бит)	H (бит)	S (бит)	h (бит)	R (%)
30 дней (n=30)	$3,2 \pm 0,004$	$2,42 \pm 0,033$	$0,71 \pm 0,026$	$0,7781 \pm 0,008$	$22,19 \pm 0,8$
60 дней (n=30)	$3,2 \pm 0,004$	$2,56 \pm 0,025$	$0,64 \pm 0,024$	$0,7994 \pm 0,008$	$20,06 \pm 0,78$
1 год (n=30)	$3,2 \pm 0,004$	$2,72 \pm 0,019$	$0,48 \pm 0,02$	$0,8494 \pm 0,006$	$15,06 \pm 0,61$
2 года (n=30)	$3,2 \pm 0,004$	$2,93 \pm 0,017$	$0,28 \pm 0,017$	$0,9140 \pm 0,005$	$8,6 \pm 0,52$

Таблица 1

### Информационные параметры печени крыс

Возраст	$H_{\max}$ (бит)	H (бит)	S (бит)	h (бит)	R (%)
30 дней (n=30)	$3,2 \pm 0,004$	$2,69 \pm 0,030$	$0,51 \pm 0,030$	$0,8406 \pm 0,009$	$15,93 \pm 1,4$
60 дней (n=30)	$3,2 \pm 0,004$	$2,84 \pm 0,028$	$0,36 \pm 0,028$	$0,8875 \pm 0,008$	$11,25 \pm 0,9$
1 год (n=30)	$3,2 \pm 0,004$	$2,91 \pm 0,005$	$0,29 \pm 0,005$	$0,9093 \pm 0,008$	$9,06 \pm 0,8$
2 года (n=30)	$3,2 \pm 0,004$	$3,08 \pm 0,012$	$0,12 \pm 0,012$	$0,9625 \pm 0,009$	$3,75 \pm 0,5$

В итоге проведенное исследование показало, что тяжесть повреждения печени токсином зависит от текущей энтропии органа, которая повышается в течении онтогенеза.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Автандилов Г.Г. Морфометрия в патологии. – М.: Медицина, 1980. – 284 с.
2. Автандилов Г.Г. Системная стереометрия в изучении патологического процесса / Г.Г. Автандилов, Н.И. Яблучанский, В.Г. Губенко. – М.: Медицина, 1982. – 192 с.
3. Автандилов Г.Г. Проблемы патогенеза и патологоанатомической диагностики болезней в аспектах морфометрии. – М.: Медицина, 1986. – 288 с.
4. Автандилов Г.Г. Морфометрия в патологии. – М.: Медицина, 2002. – 318 с.
5. Автандилов Г.Г. Медицинская плоидометрия. – М.: Медицина, 2006. – 297 с.
6. Бакусов Л.М. Применение показателя приближенной энтропии (APEN) для оценки регулярности физиологических процессов / Л.М. Бакусов, Р.Х. Зулкарнев, Ш.З. Загидуллин и др. // Вестник новых медицинских технологий. – 1998. – № 5. – С. 14–27.
7. Гнатюк М.С. Количественная оценка разных отделов сердца молодых и старых крыс // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1983. – № 5. – С. 33–36.
8. Донцов В.И. Системный подход к анализу процесса старения // Физиология человека. – 1990. – Т. 24 (№ 1). – С. 82–87.
9. Зыков В.А. Изменчивость соединительнотканного каркаса матки. – Владивосток: Изд-во АН СССР, 1990. – 64 с.
10. Макаров А.К., Сенькова Т.М. Строение и целенаправленное воздействие на изменчивость регенирующей кожи // Материалы зональной научно-практической конференции и травматологов и ортопедов. – Благовещенск, 1994. – С. 94–96.
11. Макаров А.К., Земцова Л.И., Макаров Ф.А. Циклические изменения строения околоушных желез мужчин и женщин в онтогенезе // Материалы зональной научно-практической конференции травматологов и ортопедов. – Благовещенск, 1994. – С. 108–112.
12. Михельсон В.М. Наследственное преждевременное старение человека // Клиническая геронтология. – 1996. – № 4. – С. 4–10.
13. Мухина Т.С. Возрастные особенности строения и латентная патология щитовидной железы: автореферат дисс ... канд. мед. наук. – Волгоград, 2008. – 21 с.
14. Самотесов П.А. Изменчивость соединительнотканного каркаса поджелудочной железы и печени собак / П.А. Самотесов, Л.Д. Зыкова, Л.И. Вериги и др. // Тезисы докладов X Всесоюзного съезда АГЭ. – Полтава: Изд-во «Полтава». – 1986. – С. 300–304.
15. Тимченко Л.Д., Макарова Т.М., Восканян С.Э. Жизнь, посвященная истине (Памяти профессора Макарова Александра Каллистратовича) // Материалы Всероссийской конференции хирургов. – Пятигорск, 1999. – С. 124–125.
16. Пыко С.А. Оценивание показателей хаотического поведения физиологических процессов при малых объемах выборочных данных // Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций: тезисы докладов научно-технической конференции – СПб. – 2001. – С. 109–111.
17. Шилов В.Н. Молекулярные механизмы структурного гомеостаза. – М.: Интерсигнал, 2006. – 286 с.
18. Finch C.E., Tanzi R.E. Genetics of aging // Scii. – 1997. – Vol. 278. – P. 407–410.

УДК 597:504.4.054

**Ахундов А.Г.<sup>1</sup>, Касимов Р.Ю.<sup>2</sup>, Рустамов Э.К.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Нахичеванский государственный университет (Азербайджан)

<sup>2</sup>Институт физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана (г. Баку)

## **МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ РЫБ КАК БИОМАРКЕР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК**

**A. Akhundov<sup>1</sup>, R. Kasimov<sup>2</sup>, E. Rustamov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Nakhchivan State University, Azerbaijan

<sup>2</sup>A.I. Karaev Institute of Physiology, National Academy  
of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

## **MUSCLE TISSUE OF FISH AS A BIOMARKER OF ECOLOGICAL STATUS OF RIVERS**

**Аннотация.** Исследовано гистопатологическое состояние мышечной ткани у сазана и серебряного карася, обитающих в реках Араз (Аракс) и Арпачай Нахичеванской Автономной Республики. Гистологическое изучение выбранной биомаркерной ткани производилось после окрашивания полученных срезов гематоксилин-эозином. Организация мышечной ткани у рыб, выловленных в р.Араз, характеризовалась незначительными сдвигами. Так, у сазана были отмечены: извилистый ход волокон, их разволокнение, повреждение и выпадение; у серебряного карася: слабое расщепление проходящих волокон, их выпадение и разволокнение. У рыб, пойманных в р. Арпачай, была выявлена следующая картина: у сазана – расщепление мышечных волокон, их выпадение, перерождение, разволокнение и извилистый ход; у серебряного карася – выпадение мышечных волокон, их расщепление и извилистый ход. На основании полученных данных было сделано заключение об относительно лучшем состоянии экологической ситуации в р.Араз, чем в р. Арпачай.

**Ключевые слова:** гистопатология, мышечная ткань, рыба, река Араз (Аракс), река Арпачай.

**Abstract.** We report the histopathological status of muscle tissue in carp and goldfish, living in the Aras (Araks) and Arpachay rivers of the Nakhichevan Autonomous Republic. The selected biomarker tissue was histologically studied after staining the obtained sections with haematoxylin and eosin. Organization of muscle tissue of the fish caught in the Aras river was characterized by a slight change. Thus, the common carp exhibited winding of fibers, splitting of passing fibers, their damage and loss; the silver crucian carp – weak splitting of passing fibers, their loss and miopatya. The fish caught in the Arpachay river was characterized by the following changes: the common carp exhibited splitting of muscle fibers, their loss, regeneration, miopatya and winding; the silver crucian carp – the loss of muscle fibers, their splitting and winding. Based on the data obtained, we have drawn the conclusion that the environmental situation in the Aras river is relatively better than that in the Arpachay river.

**Key words:** histopathology, muscle tissue, fish, Aras river, Arpachay river.

Термин «биомаркер» в настоящее время может включать в себя несколько значений. В большинстве случаев под данным термином подразумеваются любые изменения, указывающие на взаимоотношения, имеющие место между живым организмом и различными факторами воздействия физической, химической и/или биологической природы [14]. Уточняя данный термин, ряд авторов в понятие биомаркер включают не только реакцию всего организма на присутствие токсиканта в окружающей среде, но и на реакцию производных организма (тела), таких, как моча, фекалии, кожа, волосы и т.д. [13]. NRC (Национальный исследовательский консилиум) выделяет в порядке категоризации ответа три типа биомаркеров. Это – экспозиция, эффекты и чувствительность, каждая из которых важна при оценке экологических рисков [11].

Нахождение биообъектов (биоиндикаторных организмов) в загрязнённой окружающей среде, как правило, приводит к изменениям не только гистологическому строению, но и значительно изменяет функцию биомаркерных тканей и органов. Следует отметить, что гисто-цитологические сдвиги в клетках, тканях и органах являются надёжными биомаркерами при оценке экологического стресса. Гистопатологические исследования биомаркерных тканей рассматриваются как наиболее точный инструмент при определении токсического воздействия [8; 12]. Целью настоящей работы было изучение экологического состояния двух основных рек Нахичеванской Автономной Республики (НАР). Гистопатологические изменения у выбранных нами биоиндикаторных рыб (сазан, серебряный карась), обитающих в этих реках, оценивались по гистофизиологическому состоянию у них биомаркерной ткани. Такой тканью была выбрана мышечная ткань.

### Материал и методика

Изучение гистопатологического состояния мышечной ткани у биоиндикаторных рыб – сазана (*Cyprinus carpio*) и серебряного карася (*Carassius auratus L.*), обитающих в реках Араз и Арпачай, было проведено на 20 особях: по 5 особей каждого вида из каждой реки. Средний вес сазанов был: из р. Араз – 400-600г, длина 27-34 см; из р. Арпачай – 150-300 г, длина 24-31 см. Средний вес серебряных карасей из р. Араз – 400-450 г при длине 27-29 см, а из р. Арпачай 250-480 г и длине 25-30 см.

Мышечная ткань бралась со спинной стороны туловища с правой стороны. Фиксация ткани производилась непосредственно при взятии материала. Для фиксации использовался 4% нейтральный забуферированный формалин. В условиях лаборатории образцы ткани для дальнейшей обработки подвергали промывке в проточной воде, затем они обезживались в возрастающих концентрациях спирта (50°, 70°, 96°, 100°) и смесях хлоро-

форма со спиртом и парафином. Заливка в парафин производилась по стандартной процедуре. Полученные парафиновые блоки резались на роторном микротоме «Leica 2245» толщиной среза 7 мкм. Депарафинированные срезы окрашивались гематоксилин-эозином и заливались канадским бальзамом. Приготовленные таким образом препараты изучались и фотографировались под световым микроскопом NU-2 (Karl Zeiss, Jena) с цифровой камерой Canon G-9.

### Результаты

Исследование гистологического состояния мышечной ткани показало наличие изменений (см. рис. 1-3) у рыб, выловленных из р. Араз: у сазанов (5 особей) наблюдался воллокнистый ход мышечных волокон (2 особи) и их частичное разрушение (2 особи), разволокнение – неплотное расположение волокон (1 особь) и частичное их выпадение (1 особь); у серебряных карасей (5 особей) были выявлены незначительные расщепления проходящих волокон (1 особь), многочисленные случаи выпадения волокон (1 особь) и слабо-выраженное разволокнение (1 особь). У рыб, выловленных из р. Арпачай, в мышечной ткани было отмечено: у сазанов расщепление мышечных волокон (у 3 особей), их выпадение (у 1 особи), перерождение мышечных волокон (замена их соединительной тканью) (у 2 особей), извилистый ход волокон (у 1 особи), разволокнение (у 1 особи); у серебряных карасей в мышечной ткани прослеживалось выпадение мышечных волокон (2 особи), частичное разрушение волокон (1 особь), расщепление волокон (1 особь) и извилистый ход волокон (1 особь). Таким образом, полученные результаты показывают, что по числу сдвигов серебряный карась по сравнению с сазаном оказался более чувствительным к экологическому состоянию рек. Кроме того, мышечная ткань рыб, обитающих в реке Арпачай, в сравнении с таковой у рыб из реки Араз, имела большее число сдвигов.

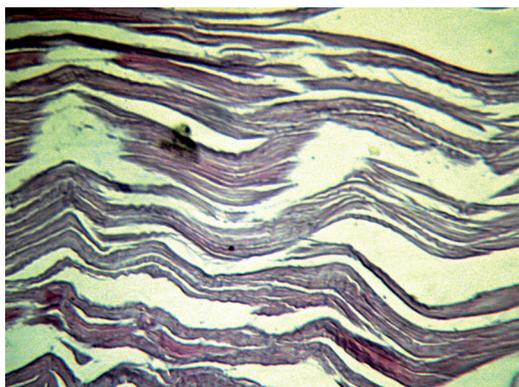


Рис. 1. Извилистый ход мышечных волокон и их разрушение. Ув.  $\times 125$

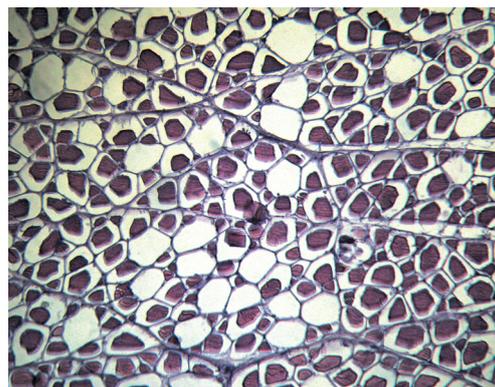


Рис. 2. Выпадение мышечных волокон  
Ув.  $\times 125$

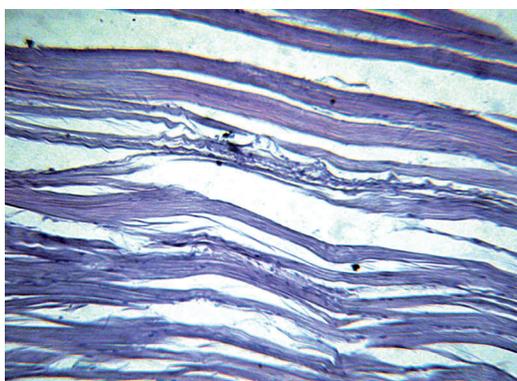


Рис. 3. Расщепление мышечных волокон  
Ув.  $\times 125$

### Обсуждение

Исследование мышечной ткани у двух видов рыб – сазана и серебряного карася, обитающих в двух основных реках НАР – Араз и Арпачай, позволило установить, что данная ткань у рыб, выловленных из р.Араз, больше соответствует норме, чем таковая у рыб, обитающих в р.Арпачай. Встречающиеся же отклонения носят, в целом, обратимый характер. Как свидетельствуют литературные данные, у других видов рыб, выловленных из естественных условий, как и у исследованных в настоящей работе сазанов, также наблюдается извилистый ход мышечных волокон, их расщепление и разволокнение. Так, у бычка-песочника (*Neogobius palasi*) и атерины (*Atherina mochon pontica*), обитающих в прибрежной зоне Южного Каспия, отмечается расщепление (расслоение) мышечных воло-

кон [2]. Извилистый ход мышечных волокон был описан у ряда видов осетровых, также выловленных из Южного Каспия. Данный тип патологии был отнесён автором ко второй степени тяжести и рассматривался как обратимый процесс [1]. Следует отметить, что указанный тип патологии отмечается не только у взрослых особей, но и у мальков [5].

Кроме указанных выше отклонений, у исследованных сазанов в мышечной ткани были выявлены дегенеративные процессы, что свидетельствует о присутствии в воде сильнодействующих токсикантов. Так, у рыб, обитающих в водоёмах с высоким содержанием токсиканта (нижняя Волга), наблюдаются существенные нарушения в строении мышечной ткани [4]. Отмечается, что дегенеративные процессы в мышцах скелетной мускулатуры начинаются с лизиса миофибрилярного аппарата мышечных волокон [3].

Аналогичные изменения в мышечной ткани ряда рыб под воздействием антропогенного фактора, наблюдались на тилапии (*Tilapia Zillii*) и морском языке (*Solea vulgaris*), выловленных из озера Гарун (Египет), расположенного в низине долины Эль-Файуль. Данное озеро в результате такого своего положения превратилось в место, где в большом количестве происходит накопление различных веществ, попадающих в него с дренажными водами промышленных и сельскохозяйственных объектов всей области. Так, в мышечной ткани упомянутых рыб гистопатологические исследования показали дегенерацию мышечных волокон, их атрофию, отёки между ними и присутствие локальных полей некроза [9].

Сходные данные были получены у лабео (*Labeo rohita*) под воздействием гексохлороциклопексана. Под влиянием токсиканта, как и у рыб из озера Гарун, происходит дегенерация и выпадение мышечных волокон [7]. Как видно из литературных данных, дегенеративные изменения и атрофия мышечных волокон наблюдаются и при воздействии тяжёлых металлов. Например, у ореохромиса (*Oreochromis niloticus*) при выдерживании в цинке и кадмии в течение 15 дней происходит разрушение мышечных волокон разной степени выраженности от слабой дегенерации до некроза [6; 10].

Таким образом, изучение состояния мышечной ткани у сазана и серебряного карася, обитающих в реках Араз и Арпачай, показало, что качественное состояние воды в этих реках можно считать удовлетворительным. Вместе с тем в реке Арпачай наблюдаются признаки ухудшения экологической ситуации. Не исключено, что дальнейшее её загрязнение приведёт к появлению особей рыб с нарушениями более тяжёлой степени выраженности.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Велибекова С.Р., Рустамов Э.К. Гистопатология мышечной ткани осетровых рыб Кура-Каспийского бассейна // Труды ин-та физиол. им.А.И. Караева и общества физиологов Азербайджана. – 2004. – Т. 22. – С. 217–222.
2. Джомерт С.Р. Некоторые аспекты влияния антропогенного фактора на рыб, обитающих в водах Южного Каспия // Естественные и технические науки. – 2010. – Т. 47 (№ 3). – С. 98–102.
3. Евгеньева Т.П. Особенности гистофизиологии мышечной ткани рыб // Физиология мышц и мышечной деятельности: матер. II междунар. конф., Москва, 29 янв.-1 февр. 2003. – М.: Слово, 2003. – С. 10–11.
4. Евгеньева Т.П. Гистофизиологические аспекты адаптаций мышечной ткани рыб к антропогенным воздействиям // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: матер. междунар. конф. – Петрозаводск: ПИНРО, 2004. – С. 44.
5. Каниева Н.А., Антонова Л.А., Сентюрова Л.Т. Патоморфологический анализ органов и тканей личинок севрюги при отравлении диэтаноломином // Осетровое хозяйство водоёмов СССР: тез. докл. Всесоюзного совещ. Ч.1. – Астрахань: КаспНИИРХ, 1989. – С. 128–129.
6. Abbas N.H., Ali F. Study the effect of hexavalent chromium on some biochemical, citotoxicological and histopathological aspects of the *Oreochromis* spp. // Fish. Pakistan J. Biol. Sci. – 2007. – V. 10. – P. 3973–3982.
7. Das B., Mukherjee S. A Histopatological study of carp (*Labeo rohita*) exposed to hexachlorocyclohexane // Vet. Arhiv. – 2000. – V. 70. – P. 169–180.
8. Hinton D.E. Cells, cellular responses and their markers on chronic toxicity of fishes // Aquatic Toxicology: Molecular, Biochemical and Cellular Perspectives / Eds. D.C. Malins, G.K.Ostrander. – Boca Raton, F.: Lewis Publishers, 1994. – P. 207–239.
9. Mohamed F.A.S., Gad S. Bioaccumulation, Some Blood Biochemical Changes and Histological Alterations in Selected Tissues of *Oreochromis niloticus* Exposed to Zinc and/or Cadmium // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2009. – V. 5 (№ 3). – P. 441–455.
10. Mohamed F.A.S. Histopathological studies on *Tilapia zillii* and *Solea vulgaris* from Lake Qarun, Egypt // World J. of Fish and Marine Sci. – 2009. – V. 1 (№ 1). – P. 29–39.
11. Schlenk D. Necessity of defining biomarkers for use in ecological risk assessments // Marine Pollution Bulletin. – 1999. – V. 39. – P. 48–53.
12. Stentiford G.D. Histopathological biomarkers in estuarine fish species for the assessment of biological effects of contaminants / G.D. Stentiford, M. Longshaw, B.P. Lyons et al. // Marine Environmental Research. – 2003. – V. 55. – P. 137–159.
13. Van Gestel C.A.M., Van Brummelen T.C. Incorporation of the biomarker concept in ecotoxicology calls for a redefinition of terms // Ecotoxicol. – 1996. – V. 5. – P. 217–225.
14. [WHO International Programme on Chemical Safety (IPSC)]. Biomarkers and risk assessment: concepts and principles. – Geneva: World Health Organization (Environmental Health Criteria № 155), 1993. – 82 p.

УДК 581.9

**Гурбанов Э.М., Асланова С.Ш.**

*Бакинский государственный университет (Азербайджан)*

## **НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ГОРНОЙ ЧАСТИ ЛЕНКОРАНИ**

**E. Qurbanov, S. Aslanova**

*Baku State University (Azerbaijan)*

### **NEW DISSEMINATION AREAS OF SOME SPECIES IN THE MOUNTAIN PART OF LENKORAN**

**Аннотация.** Во время эколого-фитоценологических исследований, проведенных в 2010-2011-м г., было выявлено 11 новых видов растений, распространенных во флоре и растительности естественных экосистем горной части Ленкоранской области Азербайджанской Республики. В результате в видовом составе естественных фитоценозов региона были выявлены новые ареалы распространения следующих видов: овсяница пестрая (*Festuca picta* Kit.) и овес персидский (*Avena persica* Steud.) из семейства злаковых (*Poaceae* Barhart.), бутень пузырчатый (*Charophyllum bulbosum* L.) из семейства сельдерейных (*Apiaceae* Lindl.), подорожник средний (*Plantago media* L.) из семейства подорожниковых (*Plantaginaceae* Juss.), бодяк страшный (*Cirsium horridum* (Ad.) Petrak.) из семейства астровых (*Asteraceae* Dumort.).

**Ключевые слова:** фитоценоз, ареал, экосистема, морфологические особенности, ксерофит, формация.

**Abstract.** During the ecology-phytocenological studies conducted in 2010-2011 eleven new species of plants were found in the natural ecosystems of the mountainous part of the Lenkoran region, Azerbaijan Republic. As a result, in the species composition of natural plant communities we have found new areas of distribution of the following species: *Festuca* – *F. picta* Kit. and *Avena* – *A. persica* Steud.; *Apiaceae* Lindl. – *Charophyllum* L. – *Ch. bulbosum* L., *Plantaginaceae* Juss. – *Plantago* L. – *P. media* L. and *Asteriaceae* Dumort. – *Cirsium* Hill. – *C. horridum* (Ad.) Petrak.

**Key words:** phytocenosis, habitat, ecosystem, whisk xerophytic, formation.

Во время эколого-фитоценологических исследований, проведенных в 2010-2011 гг., было выявлено 11 новых видов растений, распространенных во флоре и растительности естественных экосистем горной части Ленкоранской области. В результате в видовом составе естественных фитоценозов региона были выявлены новые ареалы распространения следующих видов: овсяница пестрая (*Festuca picta* Kit.) и овес персидский (*Avena persica* Steud.) из семейства злаковых (*Poaceae* Barhart.), бутень пузырчатый (*Charophyllum bulbosum* L.) из семейства сельдерейных (*Apiaceae* Lindl.), подорожник средний (*Plantago media* L.) из семейства подорожниковых (*Plantaginaceae* Juss.), бодяк страшный (*Cirsium horridum* (Ad.) Petrak.) из семейства астровых (*Asteraceae* Dumort.).

### **Материалы и методы исследования**

Были определены гербарии растений, собранных на летних пастбищах территории Ярдымлинского, Лерикского и Астаринского районов, расположенных в соответствующем ботанико-географическом районе. В данной статье даются сведения о пяти видах. Определенные гербарии хранятся в гербарном фонде на кафедре ботаники Бакинского государственного университета.

При определении гербариев новых видов в гербарном фонде Института ботаники НАН Азербайджана и кафедры ботаники БГУ были использованы следующие литературные источники: «Флора Азербайджана» [7], «Флора Кавказа» [3], «Флора СССР» [8], В.Дж. Гаджиев и др. [2], С.Г. Мусаев [5], А.М. Аскеров [1], Э.М. Гурбанов [4], С.К. Черепанов [9] и «Словарь флоры Азербайджана» [6].

### Результаты и их обсуждения

Согласно проведенной систематизации, гербарии видов, относящихся к родам овсяница (*Festuca* L.) и овес (*Avena* L.) из семейства злаковых (*Poaceae* Barhart.), бутень (*Charophyllum* L.) из семейства сельдерейных (*Apiaceae* Lindl.), подорожник (*Plantago* L.) из семейства подорожниковых (*Plantaginaceae* Juss.), бодяк (*Cirsium* Hill.) из семейства астровых (*Asteraceae* Dumort.), были приготовлены в форме коллекции. Ниже описывается морфолого-систематическая характеристика указанных видов растений.

**1. Овсяница пестрая (*Festuca picta* Kit.).** Как отмечается в определителях, вид Овсяница пестрая (*Festuca picta* Kit.), относящийся к роду (*Festuca* L.), распространен в Западном Средиземноморье, Средней Европе, Малой Азии и Балканах. Этот вид, согласно литературным данным, распространен на Кавказе, в том числе в Азербайджане, на территории Большого и Малого Кавказа, в высокогорной пояности Нахчывана, в луговой и лугово-степной формациях.

Овсяница пестрая, географический ареал которой относится к европейскому типу, обладает следующими морфологическими, систематическими и экологическими особенностями. Это многолетняя трава, образующая крупный дерн, высотой 40-80 см; стебель и листья жесткие; метелка раскидистая, длина достигает 10 см.; колос состоит из 4-6 цветков, длина его около 8-10 мм, фиолетовой окраски; цветочные чешуйки длиной 4,5-6 мм, жалообразные (этот признак является характерным для определения вида). Цветет в июне, в августе образует семена.

Овсяница пестрая встречается на горно-луговых почвах региона, в дерновой злакотравной растительности, в формации овсяницы (*Festucetum*) (распространена в субальпийской зоне). Относительно хорошо поедается мелким рогатым скотом в фазе колошения, однако позднее становится жестким и не поедается. Не обладает высокой кормовой ценностью, считается засухоустойчивым или ксерофитным кормовым растением.

Территория сбора: участок летнего пастбища № 7 на территории Ярдымлинского района, на севере горной части Ленкорани, вдоль границы с Ираном. На высоте 1900 м над уровнем моря. Собрал: Гурбанов Э.М. и Асланова С.Ш. (20.07.2010).

**2. Овес персидский (*Avena persica* Steud),** относящийся к роду овес (*Avena* L.), распространен в Средиземноморье, Иране, Северной Америке, Средней Азии и Кавказе. Географический ареал – Древнее Средиземноморье, Иран. В Азербайджане растет на равнинах и горных склонах Абшерона и Кура-Араксинской низменности, а также посевных и заросших сорняками участках. Овес персидский (*Avena persica* Steud.) встречается на горно-луговых почвах, в дерновой злакотравной горно-степной растительности, в формации овсяницы.

Этот вид обладает следующими морфологическими, систематическими и экологическими особенностями. Овес персидский – однолетнее травянистое растение; стебель прямой, высотой около 100 см. Листья бывают жесткими, линейными, шириной 7 мм; метелки длиной 30-40 см, также собраны в более или менее сложное соцветие; каждый колосок имеет главную ось, на которой в 2 ряда располагаются чешуйки; две чешуйки (верхняя и нижняя), не несущие цветков, являются колосковыми чешуйками, их длина достигает 2 мм. Цветет в мае, образует семена в июне.

Овес персидский – засухоустойчивое кормовое и сорное растение, дающее много семян и хорошо поедаемое до цветения. Крепко скрученные колоски иногда вызывают повреждения у овец. Чтобы предотвратить

эту опасность, необходимо косить растения до цветения.

Территория сбора: Ярдымлинский район, участок летнего пастбища «Чаташах». Горная степь, на высоте 1900 м над уровнем моря. Собрал: Гурбанов Э.М. и Асланова С.Ш. (20.07.2010).

В результате эколого-фитоценологических и флористических исследований было впервые установлено нами, что распространение видов овсяница пестрая (*Festuca picta* Kit.) рода овсяница (*Festuca* L.) и овес персидский (*Avena persica* Steud.) рода овес (*Avena* L.), относящихся к семейству злаковых (Poaceae Barhart.), имеет место на территории летних пастбищ Ярдымлинского района горной части Ленкорани, и, таким образом, определены новые ареалы распространения обоих видов.

**3. Бутень пузырчатый (*Charophyllum bulbosum* L.),** относящийся к роду бутень (*Charophyllum* L.) семейства сельдерейных (*Ariaceae* Lindl.) вид бутень пузырчатый (*Charophyllum bulbosum* L.), согласно литературным сведениям, распространен в Иране и на Кавказе. Также отмечается распространение этого вида в Азербайджане на территории субальпийских лугов низко- и среднегорной поясности, иногда в лесах и кустарниковых зарослях.

Этот вид, географический ареал которого относится к Западной Палеарктике, имеет следующие морфологические, систематические и экологические особенности. Бутень пузырчатый имеет луковичеобразный, утолщающийся, шарообразный корень; стебель прямой, цилиндрический, ветвящийся, в нижней части покрыт многочисленными жесткими волосками, в концевой части голый, высотой 50-110 см; прикорневые листья высыхают быстро и имеют короткие черешки; листья располагаются очередно, расширяются у основания, имеют влагалищеобразную форму; прилистники отсутствуют; зонтики одиночные, снаружи покрыты листьями обвертки; цветки актиноморфные; лепестки белые; в зонтике иногда отмечается признак зигоморфности; семена изогнутой формы, длиной 4-6 мм, шириной 1,5-2 мм. Двулетнее

травянистое растение, цветет в июне-июле, образует семена в июле-августе.

Бутень пузырчатый был отмечен на очень редких увлажненных бурых горно-лесных почвах, среди подлесной луговой растительности, в том числе в папоротнико-бобово-разнотравной формации. Корень бутеня пузырчатого употребляется в пищу.

Территория сбора: Астаринский район, участок летнего пастбища № 5, на почвах, граничащих с лесом. На высоте 1700-1850 м над уровнем моря. Собрал: Гурбанов Э.М. и Асланова С.Ш. (26.06.2010).

**4. Подорожник средний (*Plantago media* L.)**. Как отмечено в определителях по флоре Азербайджана и Кавказа [3; 5], подорожник средний (*Plantago media* L.), относящийся к роду подорожник (*Plantago* L.), распространен на Кавказе.

Этот вид, географический ареал которого относится к кавказскому типу, обладает следующими морфологическими, систематическими и экологическими особенностями. Корневище плотное; листья широкие, имеют короткие черешки; цветоножка прямая, бороздчатая, длиннее листа, высотой 20-40 см.; колос цилиндрический, раскидистый от основания, прицветники яйцеобразные; венчик длиной 4 мм, голый, треугольной формы, серебристо-белого цвета; семена черные, длиной 2 мм. Многолетнее травянистое растение. Цветет в июле-сентябре, плодоносит в июле-октябре.

В разрозненном состоянии встречается в субальпийской поясности, лугово-болотных почвах и водно-болотной растительности. Является кормовым растением, в основном поедается крупным рогатым скотом.

Территория сбора: Лерикский район, окрестности источника Ханбулаг, на высоте 2150 м над уровнем моря. Собрал: Гурбанов Э.М. и Асланова С.Ш. (26.06.2010).

**5. Бодяк страшный (*Cirsium horridum* (Ad.) Petrak.)**. Бодяк страшный (*Cirsium horridum* (Ad.) Petrak.), относящийся к роду бодяк (*Cirsium* Hill.), распространен на Кавказе (на территории Переднего Кавказа, Дагестана, Восточного и Южного Закавказья) [8]. В

Азербайджане встречается на территории Восточного и Западного Большого Кавказа. Считается эндемиком Кавказа [7]. Бодяк страшный встречается на горно-луговых почвах субальпийских лугов.

Бодяк страшный обладает следующими морфологическими, систематическими и экологическими особенностями. Стебель высотой до 40 см, прямостоячий, покрыт длинными волосками, корзинки на концах яйцеобразные, сидячие; в нижней части мягкий, на конце жесткий, окружен колючками, хохолок длиной 4-6 см покрыт волосками; цветки красноватые; семена длиной 6-7 мм, черно-бурые. Многолетняя трава. Цветет в августе, образует семена в сентябре.

Бодяк страшный летом встречается в разрозненном состоянии в подпастбищных фитоценозах, не поедается малым рогатым скотом, считается вредным сорным растением.

Территория сбора: Ярдымлинский район, участок летнего пастбища №10, на высоте 1400 м над уровнем моря. Собрал: Гурбанов Э.М и Асланова С.Ш. (18.07.2011).

Распространение бодяка страшного (*Cirsium horridum* (Ad.) Petrak.) на территории вышеупомянутого летнего пастбища было впервые выявлено нами в ходе полевых и камеральных исследований, и, таким образом, был отмечен новый ареал распространения

данного вида. Однако этот вид как вредное растение оказывает дигрессивное влияние на продуктивность и качество фитоценозов, являющихся источником корма для овцеводства. Следовательно, на территории летних пастбищ должны проводиться меры по сохранению биоразнообразия некоторых растений, в том числе бодяка страшного как эндемичного вида.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Аскеров А.М. Высшие растения Азербайджана (Конспект по флоре Азербайджана). – Баку: Элм, 2005. – 248 с.
2. Гаджиев В.Д., Кулиев Х.Г., Вагабов З.В. Флора и растительность высокогорий Талыша. – Баку: Элм, 1979. – 150 с.
3. Гроссгейм А.А. Флора Кавказа. – 2-е изд.: в 7-ми т. – М.: Изд-во АН СССР, 1939–1967.
4. Гурбанов Е.М. Систематика высших растений. – Баку: БГУ, 2009. – 420 с.
5. Мусаева С.Г. Злаки Азербайджана. – Баку: Элм, 1992. – 240 с.
6. Словарь флоры Азербайджана / В.Д. Гаджиев, Т.Е. Гасимова. – Баку: Элм, 2008. – 272 с.
7. Флора Азербайджана: в 8-ми т. – Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1950–1961.
8. Флора СССР: в 30-ти т. – М: Изд-во АН СССР, 1934–1960.
9. Cherepanov S.K. Vascular Plants of Russia and Adjacent States (the Former USSR). – New York, NY: Cambridge University Press, 1995. – 528 p.

УДК 582.4

*Девятков А.Г.<sup>1</sup>, Юрковская М. Е.<sup>2</sup>, Леунов В.И.<sup>2</sup>,  
Ховрин А.Н.<sup>2</sup>, Клыгина Т.Э.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

<sup>2</sup>Всероссийский НИИ овощеводства (д. Верея, Московская область)

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СРЕДЫ, ПЕРЕНОСЧИКОВ ПЫЛЬЦЫ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРУ ПЛОДА МОРКОВИ СТОЛОВОЙ (*DAUCUS CAROTA L.*)**

*A. Devyatov<sup>1</sup>, M. Yurkovskaya<sup>2</sup>,  
V. Leunov<sup>2</sup>, A. Khovrin<sup>2</sup>, T. Klygina<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>M.V. Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

<sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Vegetable Growing  
(village of Vereya, Moscow region)

## **IMPACT OF ENVIRONMENT AND POLLEN VECTORS ON SEED PRODUCTION AND STRUCTURE OF CARROT (*DAUCUS CAROTA L.*)**

**Аннотации.** В статье показаны исследования по выявлению влияния условий среды и переносчиков пыльцы на семенную продуктивность и структуру семени растений моркови столовой. Отмечена зависимость увеличения семенной продуктивности, показателей качества семян и параметров семян моркови столовой от массы маточного корнеплода, вида насекомых и их количества, активности. Показано отрицательное влияние на переносчиков пыльцы и продуктивность растений повышенной температуры и влажности воздуха.

**Ключевые слова:** морковь столовая, мухи, шмели, пчёлы, семена, семенные растения, семенная продуктивность, качество семян, длина семени, длина зародыша, беззародышевость.

**Abstract.** We report the effect of the environment conditions and pollen vectors on seed production and seed structure of carrot. The dependence of the seed productivity, quality of seeds on the weight of the root, species of insects, their number and activity is demonstrated. It is found that high humidity and temperature have a negative effect on pollinators and seed productivity.

**Keywords:** carrot, flies, bees, bumblebees, seeds, seed plants, seed production, seed quality, seed length, length of corcule, absence of corcule.

Изучение размеров семян и их зародышей в зависимости от спелости и местоположения в соцветии является частью исследований разнокачественности семян моркови, впервые проведенных Л.Л.Еременко (1950 г.). Она установила, что размер зародышей возрастает от периферии зонтика к центру, причем эта тенденция проявляется лишь до того, как наступает фаза восковой спелости и прекращается рост эндосперма [5]. Для моркови характерна разнокачественность семян, обусловленная асинхронным развитием соцветий и неравномерным поступлением питательных веществ к семенам, формирующимся на соцветиях разных порядков ветвления. Наиболее полноценные семена образуются на малостебельных и среднестебельных растениях в центральных зонтиках семенных растений.

В течение процесса создания гетерозисных гибридов F<sub>1</sub> моркови столовой селекционеры создают инбредные (гомогенные, однородные) линии моркови путём самоопыления, используя для этого изоляторы на одно растение, в которых в качестве переносчиков работают синие

---

© Девятков А.Г., Юрковская М.Е., Леунов В.И., Ховрин А.Н., Клыгина Т.Э., 2013.

мясные мухи, как наиболее удобный объект для размножения в течение вегетационного периода. Впоследствии, когда инбредные линии созданы, их размножают уже в групповых изоляторах, где используют в качестве переносчиков пыльцы шмелей. При дальнейшей работе, когда требуется ещё больше селекционного материала, растения высаживают или в открытый грунт (изоучасток), или в теплицу. В первом случае переносчики пыльцы могут быть разнообразными, во втором случае — пчёлы. Главное в этой работе — не допустить никакого переопыления с другими образцами, сортами, линиями и т.п. моркови столовой. В каждом случае (виде изолятора) должна быть соблюдена строжайшая изоляция растений во время цветения, созревания и уборки.

При повышенной температуре у семенников моркови столовой (на юге России при беспересадочной культуре размножения) встречается такое явление, как стерильность пыльцы у фертильных растений. С. Найтани (1937 г.) считал, что причина этого — воздействие температуры, а Л. Гейтлер (1941 г.), отрицая в этом случае влияние внешних условий, утверждал, что подобное явление обусловлено генетически. Эти предположения требуют дальнейших исследований [12]. Известно, что одно и то же растение дает семена, разные по размеру, весу, форме, химическому составу и биологическим особенностям. Разнокачественные семена возникают вследствие соединения неравнозначных гамет родительских форм и множественности оплодотворения, влияние условий окружающей внешней среды на развивающееся семя, различий в местонахождении семени на материнском растении.

**Цель исследований** — определить влияние переносчиков пыльцы и условий выращивания на структуру плода, посевные качества семян и семенную продуктивность моркови столовой.

Исследованиями 2010 г. было определено, что характер работы различных переносчиков пыльцы на семенниках моркови не одинаков. Хуже всех работают мухи. В результа-

те чего на зонтиках остаются неопыленные цветки, а это способствует, возможно, разрастанию околоплодников и увеличению массы семян и других линейных параметров в этих вариантах [3; 8]. По данным Е.Б. Виноградовой, температура выше +25°C неблагоприятна для опыления мухами [1; 2]. Для самоопыления 100 семенных растений моркови вручную требуется 20 человеко/дней. Е.П. Панкратова показала, что эту работу успешно проводят с помощью мух, в то время как в групповых изоляторах и в теплицах можно использовать шмелей и пчёл [10; 11].

Пчелы играют огромную роль в повышении урожайности и улучшении качества семян овощных и плодовых культур. Опыление пчелами сельскохозяйственных культур может сыграть важную роль в улучшении наследственных свойств энтомофильных растений, в повышении качества семеноводства этих культур, в частности в производстве гибридных семян, кормовых бобовых трав, овощных и целого ряда других культур. Надежным и экономным способом является опыление насекомыми, которые непосредственно доставляют пыльцу с мужских органов одних цветков на женские органы других. При этом насекомые посещают огромное количество растений, на своем теле они собирают генетически разнородную пыльцу, выработанную растениями в различных условиях, и эту разнокачественную смесь пыльцевых зерен наносят на рыльце пестика, обеспечивая наилучшие возможности избирательного оплодотворения.

В опылении моркови наряду с пчелами принимали участие мухи вида *Calliphora vicina* и шмели *Bombus pascuorum*. По данным Н.И. Жидковой, опыты по использованию синих, зеленых, серых мясных и комнатных мух показали, что наилучшей жизнеспособностью в условиях изолятора обладает именно синяя мясная муха, таким образом, в нашем опыте удобнее всего использовать именно этот вид [6]. При выборе вида шмеля мы использовали следующие критерии: вид должен быть широко распространен, данный вид должен иметь способность обеспечить

опыление множества видов растений, вид должен обеспечить так называемое «шумовое опыление», что необходимо для опыления большинства видов. Шмели имеют большую скорость «фуражирования» и, в отличие от пчелы, могут опылять цветки в условиях дождливой погоды, невысоких температур, низкой освещенности.

Семена, полученные при перекрестном опылении цветков насекомыми, крупнее, энергия прорастания и всхожесть их выше, чем семян, полученных в результате самоопыления. Семена, полученные от самоопыленных растений, прорастали медленнее и менее дружно, чем семена от перекрестноопыленных. Улучшение посевных качеств семян отражается на завязываемости, урожайности и массе. Завязываемость, урожайность и масса у растений, выращенных из семян, полученных при самоопылении, ниже, чем у растений из семян, полученных при перекрестном опылении пчелами.

### Материал и методика исследований

Материалом для исследования служили растения моркови столовой *Daucus carota* L.: сорт — Амстердамская (опылитель), 1585П — стерильная линия. Схема опыта: 1) мухи; 2) шмели; 3) пчёлы. Объектом исследования были семена и насекомые-опылители: синие мясные мухи (*Calliphora vicina*), пчёлы (*Apis mellifica*) и шмели (*Bombus pascuorum*). Во всех вариантах исследований 2010-2011 гг. использовались семенники моркови сорта и линии. В групповых изоляторах в качестве переносчиков пыльцы изучались шмели и мухи, площадь изолятора 10 м<sup>2</sup> (2x5 м). В групповых изоляторах, где опыляли мухи, закладку куколок повторяли два раза в неделю по 200 штук в 2010 г. и по 500 штук в 2011 г., чем больше количество мух, тем чаще посещаемость цветков растений и, соответственно, больше урожайность семян.

Согласно литературным данным Ю.Г. Токмакова, для опыления овощных культур в индивидуальных изоляторах (1-2 растения) необходимое количество мух должно состав-

лять 10–30 [13]. В групповых изоляторах количество мух будет зависеть от количества растений в изоляторе. Если это небольшая группа растений (до 100), количество мух, запускаемых за 1 раз, может достигать до 1000 шт. При количестве растений более 100 необходимо более 1000 штук. В опыте, где работали шмели, использовалась малочисленная семья — 50 особей и в 2010 и в 2011 гг., но качественный состав семей различался по годам. Пчёлы использовались в теплице площадью 300 м<sup>2</sup>, где наряду с семенниками других культур была проведена высадка маточников моркови. В одной пчелосемье находилось от 6000-10000 пчел.

Учёты проводились на 10 модельных растениях моркови. В опыте велись наблюдения за посещаемостью и активностью насекомых в процессе опыления растений. Количество насекомых, работающих на цветках моркови, в значительной степени зависит от динамики и от погоды. Медоносные пчёлы собирают с цветков моркови пыльцу и нектар, мухи — преимущественно нектар, шмели — пыльцу. Посещаемость (шт/час) в 2010 г. была у пчёл — 48; у шмелей — 13; у мух — 12; в 2011 г. соответственно — 44; 3; 42. В целом работу пчёл и мух можно охарактеризовать как активную, а шмелей — как неактивную.

Из условий внешней среды отмечались температура и влажность воздуха, также отмечалась посещаемость насекомых (см. табл. 1). Эти показатели отмечались во время цветения семенников моркови на протяжении месяца. Так, температура составила в 2010 г. в изоляторах с пчёлами от 30,5°C до 32,5°C (средний показатель 31,2°C), с шмелями — от 26,5°C до 31,0°C (средняя температура 28,2°C), с мухами — от 26,3°C до 28,5°C (среднее составило 27,0°C); в 2011 г. соответственно — от 24,0°C до 34,0°C (30,8°C); с шмелями — от 23,0°C до 30,0°C (27,8); с мухами — от 22,0°C до 30,0°C (27,2°C). Влажность воздуха в изоляторе измерялась гигрометром психрометрическим. Влажность составила в 2010 г. в изоляторах с пчёлами от 92,0 % до 93,0% (92,6%), с шмелями — от 92,0 % до 93,0% (92,2%), с мухами — от 91,0 % до 92,0%

Таблица 1

**Атмосферные условия и активность опылителей в опытах 2010-2011 гг.**

Опылитель	Температура воздуха, С°			Относительная влажность воздуха, %			Посещаемость, шт/час			Активность посещения
	2010	2011	среднее за 2 года	2010	2011	среднее за 2 года	2010	2011	среднее за 2 года	
ПЧЕЛЫ	31,2	30,8	31,0	92,6	92,0	92,3	48	44	46	активны
ШМЕЛИ	28,2	27,8	28,0	92,2	91,8	92,0	13	3	8	не активны
МУХИ	27,0	27,2	27,1	91,8	91,8	91,8	12	42	27	активны

(91,8%); в 2011 г. соответственно — от 90,0% до 93,0% (92,0%); от 91,0% до 92,2 % (91,8%); от 91,0% до 92,0 % (91,8%).

Сбор семян проводился по мере их созревания, отдельно с каждого зонтика. Проверялось качество семян (всхожесть, масса 1000 семян). Коэффициент семенной продуктивности подсчитывался отношением семенной продуктивности к массе семенного растения высушенного до абсолютно сухого веса. Для анализа брались семена с центральных зонтиков. Длина семени, длина зародыша и беззародышевость измерялись и подсчитывались под биноклем при увеличении в 5 раз.

**Результаты**

Анализ экспериментальных результатов проводился по оценке показателей трех уровней. В зависимости от вида (количества особей) переносчика пыльцы и массы маточ-

ного корнеплода, из которого формируется семенное растение, представлены показатели первого уровня семенной продуктивности растений моркови столовой (табл. 2).

По наблюдениям 2010 г. установлено, что число семян с растения (шт.) зависит от вида переносчика пыльцы. Наибольшее количество семян было получено в варианте с опылением пчёлами (17028 шт/раст на линии 1585П и 17231 шт/раст на сорте Амстердамская), затем следует вариант с шмелями и меньше всего — с мухами. Результаты в 2011 г. были иные, причем наибольшее количество семян было получено также в варианте с опылением пчёлами, далее — в варианте с мухами и меньше всего — с шмелями. В данном случае можно говорить о влиянии количества особей в варианте с мухами и о влиянии качества особей в варианте с шмелями. Сравнивая результаты 2010 и 2011 гг. между собой, можно отметить и влияние массы ма-

Таблица 2

**Показатели семенной продуктивности растений моркови столовой в зависимости от вида переносчика пыльцы и массы маточного корнеплода**

Переносчик пыльцы	Образец	Масса корнеплода, г		Количество семян с растения, шт.		Семенная продуктивность, г		Коэффициент семенной продуктивности	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
пчёлы	1585П	92,7	58,5	17028	4781,2	13,8	11,7	0,40	0,21
	Амстердамская	87,6	64,8	17231	12613,0	10,8	15,6	0,37	0,35
шмели	1585П	98,5	53,6	10648	708,1	12,0	1,57	0,40	0,04
	Амстердамская	90,7	62,5	8323	2327,0	9,14	2,47	0,31	0,17
мухи	1585П	95,4	51,9	5256	2311,4	10,22	2,2	0,27	0,11
	Амстердамская	88,5	69,3	9825,9	1190,6	10,47	2,15	0,34	0,13

точного корнеплода. В 2011 г. масса корнеплода была значительно меньше, чем в 2010 г., и это наряду с количеством (качеством) переносчиков пыльцы оказало влияние на уменьшение количества семян с семенного растения (г).

По показателю семенной продуктивности растения (г) отмечена соответственно такая же зависимость как от вида переносчика, так и от массы маточного корнеплода. В 2010 г. наибольшая семенная продуктивность отмечена в варианте опылении пчелами, затем шмелями и потом мухами, но разница между вариантами не такая заметная, как по количеству семян с растения. В 2011 г. наибольшая семенная продуктивность отмечена в варианте опылении пчелами, и, несмотря на меньшую массу маточного корнеплода, она больше, чем в 2010 г. Это можно объяснить большим ветвлением семенного растения и подтвердить коэффициентом семенной продуктивности. В вариантах опыления мухами и шмелями семенная продуктивность в 2011 г. уменьшилась в 3-7 раз. Это объясняется, с одной стороны, уменьшением массы маточного корнеплода в этих вариантах почти вдвое, что привело к формированию более «слабого» семенного растения», а с другой стороны, влиянием более неблагоприятных условий среды в групповых изоляторах.

Коэффициент семенной продуктивности подсчитывался отношением семенной продуктивности к массе семенного растения высушенного до абсолютно сухого состояния.

Сравнивая коэффициенты по годам, можно отметить влияние массы маточного корнеплода на величину данного показателя. Более крупный маточник формирует более мощный семенной куст с большим количеством, зонтиков, семян и имеет больший коэффициент семенной продуктивности. Но отмечено влияние и переносчиков пыльцы (табл. 3) – оно подвержено таким же закономерностям, что и измерения по количеству семян и по семенной продуктивности.

Показатели качества семян являются показателями второго уровня, с помощью которых определялось влияние вида переносчика пыльцы на показатели посевных качеств семян. Анализ данных по посевным качествам семян показал влияние на них вида переносчика пыльцы. Масса 1000 семян увеличивалась в 2011 г. по сравнению с 2010 г. в вариантах с опылением пчелами и шмелями, а в варианте с опылением мухами она, наоборот, уменьшилась. Масса 1000 семян увеличивается с одновременным уменьшением количества семян на семенном растении, то есть семян становится меньше и они становятся тяжелее. В варианте с опылением мухами, наоборот, отмечено уменьшение массы 1000 семян. Это связано с тем, что количество особей мух под изолятором в 2011 г. увеличилось в 2,5 раза, а посещаемость (шт/час) возросла почти в 4 раза. Наиболее важным показателем качества семян является энергия прорастания. В 2011 г. отмечено увеличение данного показателя, кроме семян, собранных

Таблица 3

**Показатели посевных качеств семян моркови столовой  
в зависимости от вида переносчика пыльцы**

Переносчик пыльцы	Образец	Масса 1000 семян, г		Энергия прорастания, %		Всхожесть, %	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
пчелы	1585П	0,80	2,55	85,0	84,7	90,4	96,8
	Амстердамская	0,60	1,21	63,7	92,8	92,1	95,5
шмели	1585П	1,1	3,16	74,8	61,2	86,2	68,7
	Амстердамская	1,19	1,40	84,9	91,9	90,4	95,9
мухи	1585П	1,91	0,97	71,3	95,8	79,2	96,6
	Амстердамская	1,2	0,74	75,2	78,1	84,0	83,0

с стерильной линии 1585П, пыльцу на которую переносили шмели. В 2011 г. посещаемость (шт/час) шмелей по сравнению с 2010 г. уменьшилась почти в 4 раза. Количество семян с этих растений в 2011 г. уменьшилось по сравнению с 2010 г. в 15 раз, а коэффициент семенной продуктивности уменьшился в 10 раз (табл. 4).

Параметры семян моркови столовой – третий уровень показателей, с помощью которых определялось влияние вида переносчика пыльцы на качество и массу семян. С увеличением массы увеличиваются и их линейные размеры, и наоборот, что хорошо заметно по изменениям длины семени и массы 1000 семян в 2010-2011 гг. Длина зародыша в зависимости от вида опылителя и других факторов изменялась не так заметно, как длина семени, что говорит о более высокой генетической обусловленности изменений данного показателя. Показатель беззародышевости показывает отсутствие зародыша в семени, то есть более определённо говорит о качестве работы переносчика пыльцы. Данный показатель, как это можно увидеть, сравнивая его с данными (табл. 2), достаточно тесно связан с энергией прорастания. Улучшение или ухудшение качества работы мух, пчёл или шмелей, которое зависит от их количества (качества), значительно влияют на увеличение или уменьшение беззародышевости. Это хорошо заметно в вариантах с шмелями и мухами по годам исследований.

Так как разница между показателями, полученными в наших вариантах опыта, вели-

ка, то такой способ обработки данных, как дисперсионный анализ, к нашим результатам не подходит. В связи с этим наиболее подходящим методом анализа полученных нами данных является поиск корреляционной зависимости и её характеристика (табл. 5 и 6). Роль коэффициентов корреляций в селекционном процессе соизмерима с ролью средних дисперсий и коэффициентов вариаций [7]. Коэффициент корреляции изменяется от -1 до +1. При значениях  $r$  близких по модулю к единице, связь считается сильной, при значениях 0,5 – средней, а менее 0,25 – слабой. Если коэффициент корреляции равен нулю, то корреляция отсутствует [4, с. 91].

В 2010 г. установлена средняя корреляционная связь у растений линии 1585 П (см. табл. 5). В варианте опыления пчелами признак «масса корнеплода» коррелирует с признаком «семенная продуктивность» ( $r = 0,62$ ). Признак «количество семян с растения» сильно и средне коррелирует в варианте опыления пчелами по признакам «семенная продуктивность» ( $r = 0,83$ ) и «коэффициент семенной продуктивности» ( $r = 0,54$ ). В варианте опыления шмелями признак «количество семян с растения» коррелирует с признаком «коэффициент семенной продуктивности» ( $r = 0,76$ ) и «массой семенного растения» ( $r = 0,75$ ). Сильнее эти признаки коррелирует в варианте опыления мухами ( $r = 0,84$ ), но с признаком «коэффициент семенной продуктивности» корреляция выражена средне ( $r = 0,58$ ). У признака «масса семенного растения» в вариантах опыления пчелами и шмелями отмечена

Таблица 4

**Параметры семян моркови столовой в зависимости от вида переносчика пыльцы**

Переносчик пыльцы	Образец	Длина семени, мм		Длина зародыша, мм		Беззародышевость, %	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011
пчёлы	1585П	2,1	3,0	1,1	1,2	0	10%
	Амстердамская	2,1	2,7	1,1	1,1	0	0%
шмели	1585П	3,6	3,1	1,7	1,2	0	16%
	Амстердамская	3,1	3,4	1,5	1,1	8%	4%
мухи	1585П	3,0	3,0	1,7	1,4	8%	4%
	Амстердамская	3,7	3,2	1,5	1,1	2%	0%

Таблица 5

**Коэффициенты корреляции между показателями семенной продуктивности  
и видами переносчиков пыльцы (2010 г).**

Сорт/Линия	Параметры	Масса корнеплода, г			Количество семян с растения, шт.			Семенная продуктивность, г		
		пчелы	шмели	мухи	пчелы	шмели	мухи	пчелы	шмели	мухи
1585 П	Количество семян с растения	0,40	-0,66	-0,09						
	Семенная продуктивность, г	<b>0,62</b>	0,28	-0,05	<b>0,83</b>	<b>0,76</b>	<b>0,84</b>			
	Коэффициент семенной продуктивности	0,15	-0,29	0,002	<b>0,54</b>	0,24	<b>0,58</b>	0,45	<b>0,61</b>	<b>0,82</b>
	Масса семенного растения	0,31	-0,21	-0,010	0,23	<b>0,75</b>	0,21	<b>0,53</b>	0,39	0,11
Амстердамская	Количество семян с растения	0,10	-0,10	-0,41						
	Семенная продуктивность, г	0,16	-0,63	-0,51	<b>0,95</b>	<b>0,66</b>	<b>0,84</b>			
	Коэффициент семенной продуктивности	0,27	-0,65	-0,24	0,29	<b>0,68</b>	0,02	0,20	<b>0,78</b>	0,34
	Масса семенного растения	0,10	0,38	-0,28	0,45	-0,30	<b>0,82</b>	0,57	-0,13	<b>0,67</b>

Таблица 6

**Коэффициенты корреляции между показателями семенной продуктивности  
и видами переносчиков пыльцы (2011 г).**

Сорт/Линия	Параметры	Масса корнеплода, г			Количество семян с растения, шт.			Семенная продуктивность, г		
		пчелы	шмели	мухи	пчелы	шмели	мухи	пчелы	шмели	мухи
1585 П	Количество семян с растения, шт	-0,67	0,64	-0,59	-	-	-	-	-	-
	Семенная продуктивность, г	-0,30	0,50	-0,32	0,89	0,94	0,85	-	-	-
	Коэффициент семенной продуктивности	-0,66	0,75	0,58	0,89	0,98	-0,54	0,81	0,85	-0,04
	Масса семенного растения, г	0,50	-0,37	-0,56	0,03	0,22	0,99	0,21	0,48	0,91
Амстердамская	Количество семян с растения, шт	-0,07	0,45	-0,04	-	-	-	-	-	-
	Семенная продуктивность, г	0,06	-0,08	-0,27	0,93	0,43	0,21	-	-	-
	Коэффициент семенной продуктивности	0,07	0,01	-0,37	0,43	0,68	0,37	0,25	0,65	0,96
	Масса семенного растения, г	0,05	-0,08	0,13	0,68	-0,22	-0,22	0,86	0,24	0,34

средняя корреляционная зависимость с признаком «семенная продуктивность» ( $r = 0,53$ ) и ( $r = 0,61$ ). Сильная корреляционная связь по данным признакам выделена в случае опыления мухами ( $r = 0,82$ ).

У растений сорта Амстердамская у признака «количество семян с растения» в варианте опыления пчелами отмечена сильная связь с признаком «семенная продуктивность» ( $r = 0,95$ ). Средняя связь установлена у признака «семенная продуктивность» с признаком «количество семян с растения» в варианте опыления шмелями ( $r = 0,66$ ) и с признаком «коэффициент семенной продуктивности» ( $r = 0,68$ ). В варианте опыления мухами признак «количество семян с растения» сильно коррелирует с признаком «семенная продуктивность» ( $r = 0,84$ ) и признаком «масса семенного растения» ( $r = 0,82$ ). Также отмечена корреляция по признаку «семенная продуктивность» с признаком «коэффициент семенной продуктивности» в варианте опыления шмелями ( $r = 0,78$ ). У признака «масса семенного растения» выявлена средняя корреляционная связь с признаком «семенная продуктивность» в случае опыления с помощью мух ( $r = 0,67$ ).

Признак «масса корнеплода» в варианте опыления шмелями у линии 1585 П в 2011 г. имел корреляционную связь практически со всеми признаками продуктивности: «количество семян с растения» ( $r=0,64$ ), «семенная продуктивность» ( $r=0,50$ ), «коэффициент семенной продуктивности» ( $r=0,75$ ). В варианте опыления шмелями признак «количество семян с растения» имеет сильную корреляцию с признаками «семенная продуктивность» ( $r=0,94$ ), «коэффициент семенной продуктивности» ( $r=0,98$ ). В варианте опыления пчелами сильно выражена корреляционная зависимость между признаком «количество семян с растения» с признаками «семенная продуктивность» ( $r = 0,89$ ), «коэффициент семенной продуктивности» ( $r = 0,89$ ). Такая же высокая корреляция отмечается при опылении мухами и признаками: «семенная продуктивность» ( $r=0,85$ ), «масса семенного растения» ( $r = 0,99$ ). Признак «семенная продуктивность» у линии 1585 П сильно коррелирует

с признаком «масса семенного растения» в случае опыления с помощью мух ( $r = 0,91$ ).

Признак «количество семян с растения» у растений сорта Амстердамская в опылении пчелами имеет сильную корреляцию с признаком «семенная продуктивность» ( $r=0,93$ ) и «масса семенного растения» ( $r = 0,68$ ). При опылении шмелями признак «количество семян с растения» средне коррелирует с признаком «коэффициент семенной продуктивности» ( $r = 0,68$ ). Признак «семенная продуктивность» имеет сильную корреляцию с признаком «коэффициент семенной продуктивности» ( $r=0,96$ ) – мухи, среднюю ( $r = 0,65$ ) – шмели. Также у признака «семенная продуктивность» отмечена сильная связь с признаком «масса семенного растения» у опылителей — пчел ( $r = 0,86$ ).

Таким образом, следует отметить, что при опылении шмелями и пчелами корреляция имеет наиболее сильную связь почти по всем признакам семенной продуктивности, по сравнению с опылителями-мухами, где корреляционная зависимость очень низкая или обратная. При анализе коэффициентов корреляции между показателями семенной продуктивности и видами переносчиков пыльцы за 2010-2011 гг. следует отметить, что значимая корреляционная связь между показателями семенной продуктивности выявлены по двум опылителям – пчелы, шмели. Корреляция в этих двух вариантах соответственно варьировала от средней корреляционной зависимости 0,53 до высокой 0,95.

В результате наших двухлетних исследований было установлено, что показатели семенной продуктивности (количество семян с растения и коэффициент семенной продуктивности), показатели качества семян (массы 1000 семян и энергия прорастания) и параметры семян моркови столовой (длина семени, длина зародыша и беззародышевость) зависят от массы маточного корнеплода, вида насекомых и их количества, активности. Отмечена меньшая изменчивость от этих факторов, большая генетическая стабильность, длины зародыша семени моркови столовой.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Виноградова Е. Б. Мясная муха *Calliphora vicina* – модельный объект физиологических и экологических исследований. – Л.: Наука, 1984. – 272 с.
2. Виноградова Е. Б. Диапауза мух и ее регуляция. – СПб.: Наука, 1991. – 256 с.
3. Девятков А.Г. Структура плода моркови столовой (*Daucus carota*, *Ariaceae*) в зависимости от условий выращивания и вида переносчиков пыльцы / А.Г. Девятков, В.И. Леунов, Т.Э. Клыгина и др. // Карпология и репродуктивная биология высших растений: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти профессора А.П. Меликяна, 18-19 октября 2011 г. – М., 2011. – С. 279–280.
4. Елисеева И.И. Статистика: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2010. – 361 с.
5. Еременко Л.Л. О разнокачественности цветков и семян в зонтике моркови // Агробиология. – 1950. – № 6. – С. 123–127.
6. Жидкова, Н. И. Некоторые вопросы методики селекции моркови на качественные признаки: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1968. – 24 с.
7. Жученко А.А. Генетика томатов. – Кишинев: Штиинца, 1973. – 663 с.
8. Леунов В.И. Влияние условий среды и переносчиков пыльцы на семенную продуктивность моркови столовой (*Daucus carota*, *Ariaceae*) / В.И. Леунов, Т.Э. Клыгина, А.Н. Ховрин и др. // Карпология и репродуктивная биология высших растений: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти профессора А.П. Меликяна. 18-19 октября 2011 г. – М., 2011. – С. 295-299.
9. Мегердичев Е.Я. Зависимость величины семян моркови и их зародышей от фаз спелости и местоположения в соцветии // Сб. трудов аспирантов и молодых ученых ВНИИР. – 1966. – № 7 – С. 281–286.
10. Панкратова Е.П. Влияние опыления пчелами на урожайность семенников моркови // Доклады Московской с.-х. академии им. К.А.Тимирязева. – 1957. – Вып. 30 (ч. 2). – С. 332–336.
11. Панкратова Е.П. Некоторые данные по биологии цветения и опыления моркови. // Доклады Московской с.-х. академии им. К.А.Тимирязева. – 1958. – Вып. 36. – С. 118–123.
12. Поддубная-Арнольди В.А. К истории цитозембриологии растений // Из истории биологии: вып.4. – М.: Наука, 1973. – С. 3–40.
13. Токмаков Ю. Г. Методы создания форм моркови с мужской стерильностью: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1970. – 25 с.

УДК 581.5

**Исгендерова Т.Г.**

*Гянджинский государственный университет (Азербайджан)*

## **ИНДИКАЦИЯ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**T. Isgandarova**

*Ganja State University (Azerbaijan)*

### **INDICATION OF ATMOSPHERE POLLUTION**

**Аннотация.** На примере сосны Эльдарской (*Pinus eldarica* Medw.), произрастающей на четырех участках г. Гянджа, было проведено обследование состояния иголки как чувствительного к атмосферным загрязнениям воздуха индикатора. При усилении действия техногенных загрязнителей атмосферы в иголке наблюдалось уменьшение содержания аскорбиновой кислоты и увеличение фенольных соединений. Сделан вывод о связи содержания аскорбиновой кислоты с антиоксидантной активностью и видимым состоянием иголки на деревьях, произрастающих на разном удалении от центра техногенного загрязнения, где наблюдался максимум усохших игл.

**Ключевые слова:** повреждения иголки, аскорбиновая кислота, фенольные соединения, сосна *Pinus eldarica* Medw.

**Abstract.** Taking into account high sensitivity of the conifer needles to environmental pollutants, we have studied the state of needles of *Pinus eldarica* Medw. growing in four different places of Ganja. Due to anthropogenic impact on the environment (atmosphere pollution), we have observed a decrease in the content of ascorbic acid and an increase in the phenol compounds. A conclusion has been drawn about the relationship of the ascorbic acid content with the antioxidant activity and the visible state of the needles of the conifers growing at different distances from the center of technological pollution, where the number of dry conifer needles is maximal.

**Key words:** damage of conifer needles, ascorbic acid, phenol compounds, *Pinus eldarica* Medw.

Известно, что загрязнение атмосферы отрицательно сказывается на живых организмах. Между тем антропогенное загрязнение атмосферы уже превышает все существующие нормы. Исследованиями установлено, что загрязнение атмосферы парами тяжелых металлов сказывается как на повреждаемости растений, так и на их гибели. Накопление тяжелых металлов в клетках ведет к образованию разных форм активного кислорода. Деятельность свободных радикалов губительно сказывается на жизнедеятельности растений. Так, повышенное генерация активных форм кислорода вызывает окисление липидов, белков, вызывает повреждение ДНК, РНК и фитоскелета [2; 6].

### **Материалы и методы**

Работы проводились путем лабораторных и полевых исследований на существующих насаждениях (четыре стационара) сосны Эльдарской (*Pinus eldarica* Medw.) на территориях Низаминского и Кяпазского районов города Гянджи Азербайджанской Республики. Каждая выборка состояла из 250 штук 2-3-летней хвои, собранной с середины кроны 3-5 деревьев стационара возрастом 15-20 лет, и изучалась в лабораторных условиях. Количество аскорбиновой кислоты в иголках изучалось титрометрическим способом: путем их обработки 0,001n раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола [3]; а количество фенольных соединений – методом М. Запрометова [5]. Индикация чистоты атмосферного воздуха проводилась методом Т.И. Ашихминой [1]. На основании подсчета выводилось процентное соотношение количество здоровых, пятнистых и усохших иголок. Результаты измерений обрабатывались методами математической статистики [4].

---

© Исгендерова Т.Г., 2013.

### Результаты исследований и их анализ

Хвойные растения более других растений чувствительны к загрязнению атмосферы и в этой связи на примере сосны Эльдарской нами в 4-х разных частях города Гянджи было проведено исследование с целью изучения устойчивости реакции хвойных на загрязнение атмосферы ( см. табл. 1). Как видно, наименьшее повреждаемость игл наблюдалось в городском парке «Хан багы», где атмосфера воздуха чище, чем в других частях города. Здесь повреждаемость игл составляет всего 11,2%. Повреждаемость игл в парке имени Г. Алиева было заметно выше, чем в парке «Хан багы», что, по нашему мнению, связано не только с загрязнением атмосферы, но и с не-

достаточным уходом за растениями. Повреждаемость иглохвой в парке имени Ф. Амирова составляет 41,6%, что связано с повышенной концентрацией промышленных предприятий на территории Кяпазского района, куда входит территория парка. Из всех четырех участков наибольшая поврежденность иглохвой деревьев наблюдалось на территории алюминиевого завода. Так, количество пятнистых иглохвой было 32,8%, а усохших – 26%. Можно прийти к заключению, что по мере удаления от источника загрязнения повреждаемость иглохвой алюминиевого завода деревьев уменьшается. Как видно из рисунка, из всех 250 штук иглохвой, подобранных на каждом участке для изучения их поврежденности атмосферными загрязните-

Таблица 1

**Экопаспорт по результатам индикации загрязнения атмосферы на примере сосны Эльдарской (*Pinus eldarica* Medw.)**

Видимое состояние игл сосны Эльдарской	Парк «Хан багы»		Парк им. Г. Алиева		Парк им. Ф. Амирова		Территория алюминиевого завода	
	штук	%	штук	%	штук	%	штук	%
Здоровые иглы	222	88,8	158	63,2	146	58,4	103	41,2
Пятнистые иглы	21	8,4	54	21,6	62	24,8	82	32,8
Усохшие иглы	7	2,8	38	15,2	42	16,8	65	26,0
Всего	250	100	250	100	250	100	250	100

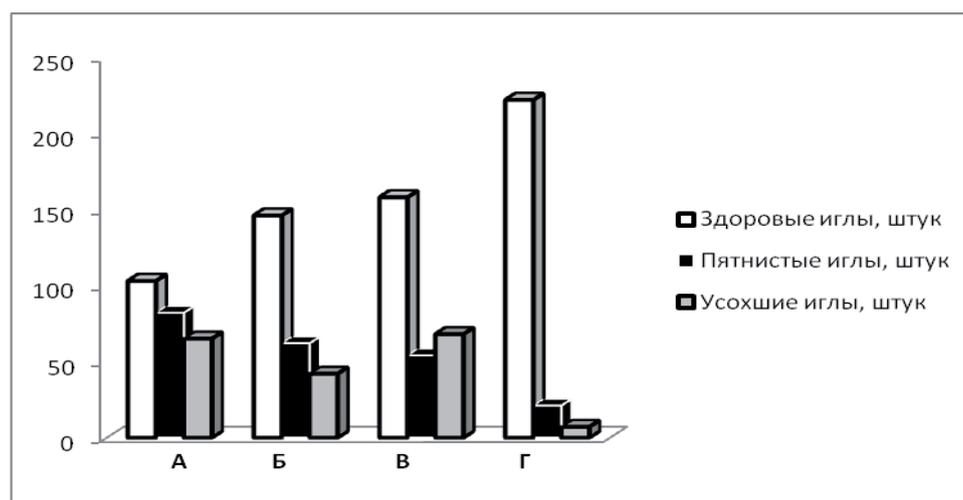


Рис. 1. Повреждаемость иглохвой сосны Эльдарской  
 А - Территория Алюминиевого завода    Б - Парк им.Ф.Амирова  
 В - Парк им.Г.Алиева    Г - Хан багы

лями, на территории алюминиевого завода поврежденными оказались 65, в парке им. Ф. Амирова – 42, в парке Г. Алиева – 38 и в «Хан багы» – 7 иглохвой.

На исследованных иглохвоях было установлено уменьшение содержания аскорбиновой кислоты и увеличение фенольных соединений в зависимости от центра загрязнений на территории алюминиевого завода (см. табл. 2). Содержание аскорбиновой кислоты на иглохвоях на территории алюминиевого завода по сравнению с другими участками было наименьшее и составляло 0,46 мг на каждый грамм зеленой массы иглохвой. По мере удаления в юго-западном направлении от центра загрязнения наблюдалось увеличе-

ние содержания аскорбиновой кислоты (рис. 2). Содержание фенольных соединений также было больше в центре загрязнения (45,3 мг/г). По мере удаления от центра загрязнения на всех участках наблюдается уменьшение содержания фенольных соединений. Так, в парке им. Г. Алиева оно равнялось 31,2 мг/г, а в парке им. Ф. Амирова и в «Хан багы», соответственно, 24,6 мг/г и 19,2 мг/г. На основании этих данных можно прийти к выводу о том, что усыхание иглохвой связано с уменьшением в них антиоксидантной деятельности: с приближением к центру загрязнения содержание в иглохвоях аскорбиновой кислоты уменьшается, а это влияет на ускорение их усыхания.

Таблица 2

**Результаты индикаций атмосферного загрязнения на примере сосны Эльдарской (*Pinus eldarica* Medw.)**

Точки наблюдения	Содержание в иглохвоях	
	Аскорбиновой кислоты, мг/г зеленой массы	Фенольных соединений, мг/г сухой массы
Парк «Хан багы»	0,72±0,09	19,2±0,5
Парк им. Г.Алиева	0,68±0,07	24,6±1,1
Парк им. Ф.Амирова	0,61±0,08	31,2±1,6
Территория алюминиевого завода	0,46±0,05	45,3±1,9

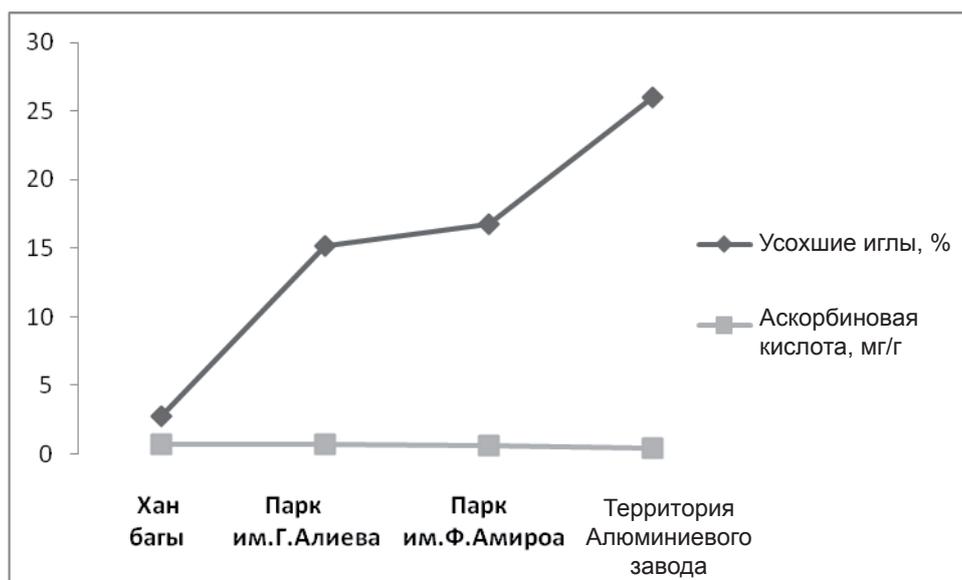


Рис. 2. Зависимость поврежденности иглохвой от содержания в них аскорбиновой кислоты

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг. – М.: Константа, 2005. – 415 с.
2. Гарифзянов А.Р., Иванищев В.В. Физиологические реакции *Acer platanoides* L. на стресс, вызванный загрязнением среды тяжелыми металлами // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 9. – С. 331-334.
3. Грязнов В.П. Руководство к лабораторным и экспериментальным работам по физиологии растений. – Белгород: БГУ, 2006. – 120 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
5. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования // *Биохимические методы в физиологии растений*. – М.: Наука, 1971. – С. 185-197.
6. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K.V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivative stress: a review // *Annals of Botany*. – 2003. – V. 91. – P. 179-194.

УДК 577.218

**Костюк С.В.<sup>1</sup>, Чвартацкая О.В.<sup>2</sup>, Севастьянова Г.А.<sup>2</sup>, Вейко Н.Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Медико-генетический научный центр РАМН (г. Москва)

<sup>2</sup>Московский педагогический государственный университет

## **АКТИВАЦИЯ tlr9-, NF-kB-, JNK/p38- И IRF-СИГНАЛЬНЫХ ПУТЕЙ В МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТКАХ ЧЕЛОВЕКА**

**S. Kostuyk<sup>1</sup>, O. Chvartatskaya<sup>2</sup>, G. Sevastyanova<sup>2</sup>, N. Veiko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Research Centre for Medical Genetics under the Russian Academy  
of Medical Sciences, Moscow

<sup>2</sup>Moscow State Pedagogical University

## **ACTIVATION OF TLR9-, NF-KB-, JNK/P38- И IRF-SIGNAL PATHWAYS IN MESENCHYMAL STEM CELLS**

*Аннотация.* Известно, что ГЦ-обогащенные фрагменты внеклеточной ДНК (ГЦ-вкДНК) накапливаются в плазме крови при патологии, и ранее нами было показано, что ГЦ-вкДНК активирует TLR9-зависимый сигнальный путь, увеличивая количество мРНК и белка TLR9 в клетках. В данной работе была смоделирована *in vitro* ситуация, когда эндогенные мезенхимальные стволовые клетки (МСК), мигрирующие из ниши в очаги повреждения, или МСК, введенные в организм с целью терапии, «встречаются» с ГЦ-вкДНК, которая содержит сайты – лиганды TLR9. Было показано, что плаزمиды (п(рДНК)), содержащая в своем составе фрагменты ГЦ-вкДНК, активирует в МСК TLR9-сигнальный путь и связанные с ним NF-kB-, JNK/p38-, IRF-сигнальные пути.

*Ключевые слова:* МСК (мезенхимальные стволовые клетки), вкДНК (внеклеточная ДНК), TLR9-, NF-kB-, JNK/p38-, IRF-сигнальные пути.

*Abstract.* It is well known that GC-rich cell free DNA (GC-cfDNA) accumulates in the blood plasma at disease. We have previously shown that GC-cfDNA activates TLR9-dependent signal pathway, thereby increasing TLR9 and its signal pathway adapter MyD88 expression. We study in details the influence of the GC-DNA content on the activation of genes related to TLR9-dependent signal pathways. We have shown that GC-DNA increases the expression of TLR signal pathway and TLR9-dependent signal pathways such as NF-kB-, JNK/p38- and IRF-signal pathways. Thus, MSCs respond to changes in cfDNA GC-content by activating TLR-, NF-kB-, JNK/p38- and IRF-signal pathways.

*Key words:* mesenchymal stem cells (MSCs), cell free DNA (cfDNA), TLR9-, NF-kB-, JNK/p38-, IRF-signal pathways.

Мезенхимальные стволовые клетки (МСК) являются предшественниками клеток мезенхимальной линии и способны дифференцироваться в костную, хрящевую, жировую, мышечную и т.д. ткани, в зависимости от стимулов и условий культивирования [10]. Первоначально предполагалось использование мезенхимальных стволовых клеток при лечении дегенеративных заболеваний, однако, в настоящее время, учитывая их способность к иммуносупрессии, все чаще рассматривают как объект иммунотерапии при трансплантации тканей, регуляции иммунного ответа, при аутоиммунных нарушениях, таких, как рассеянный склероз, системная красная волчанка, болезнь Крона и другие [10].

Однако и сами мезенхимальные стволовые клетки подвергаются воздействию окружающей их среды. Стволовые клетки локализованы и функционируют в определенном микроокружении, называемом «нишей». Ниша защищает стволовые клетки от внешних воздействий, обеспечивает самоподдержание, самовоспроизведение и дифференцировку дочерних транзиторных клеток [7]. Покидая ниши и попадая в очаг повреждения, мезенхимальные

стволовые клетки контактируют, в том числе, с фрагментами внеклеточной ДНК (вкДНК). Процессы, происходящие со стволовыми клетками в организме реципиента при контакте с фрагментами вкДНК, практически не изучены. Фрагменты вкДНК, как известно, присутствуют в плазме крови человека в норме. При патологических состояниях их концентрация значительно повышается. Ранее мы показали, что происходит накопление вкДНК в плазме крови пациентов с различными заболеваниями, такими, как инфаркт миокарда, атеросклероз, коронарная сердечная недостаточность (рис. 1) [4; 13].

Возможная схема их накопления выглядит следующим образом: из здоровых или поврежденных клеток организма при апоптозе и некрозе или в составе фракции метаболической ДНК высвобождаются фрагменты ДНК и поступают в кровоток. Там они подвергаются гидролизу до моно- и олигонуклеосомных фрагментов под действием ДНКазы. Элиминация этих фрагментов осуществляется в основном с помощью двух механизмов: почечной фильтрации и захвата клетками. Известно, что ГЦ-богатые последовательности более устойчивы к ДНКазному гидро-

лизу, чем АТ-богатые. По этой причине ГЦ-богатые последовательности остаются более длинными и хуже выводятся почками, и, следовательно, накапливаются в кровотоке. Основную часть этой ГЦ-богатой ДНК составляют повторы рибосомного гена.

Несмотря на широкое применение вкДНК в диагностике [3; 9], ее биологическая функция изучена недостаточно. Показано, что вкДНК обогащена CG-последовательностями [11]. Содержание во вкДНК ГЦ пар достигает 55% по сравнению с 38% в ДНК ядер клеток [8; 11]. Например, содержание во вкДНК ГЦ-богатой (ГЦ-вкДНК) умеренно повторяющейся последовательности генома – транскрибируемой области рибосомного повтора (рДНК) в несколько раз превышает ее содержание в геномной ДНК [5]. Известно, что рДНК содержит метилированные участки, включающие последовательности – лиганды TLR9 (Toll-like receptor 9) [2; 13; 14]. Цель исследования – моделирование *in vitro* ситуации, когда эндогенные МСК, мигрирующие из ниши в очаги повреждения, или МСК, введенные в организм с целью терапии, «встречаются» с CG-богатой вкДНК, которая содержит сайты – лиганды TLR9. Мы исследовали

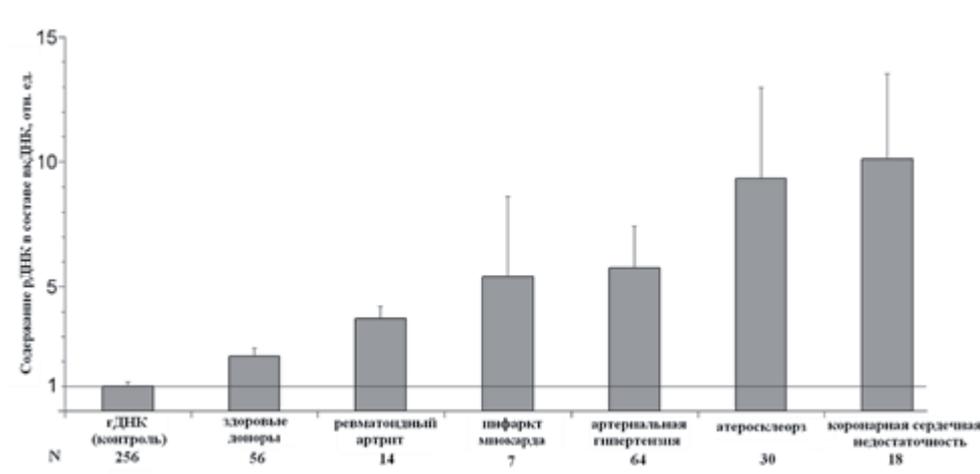


Рис. 1. Содержание генов рибосомных повторов (рДНК) во вкДНК по сравнению с содержанием рДНК в геномной ДНК здоровых людей и при различных заболеваниях

Примечание: измерение количества рДНК во вкДНК проводилось методом нерадиоактивной количественной дот-гибридизации, относительные единицы – содержание рДНК в гДНК ( $1,8 \pm 0,2$  пг / нг), N – количество исследованных образцов крови; по критерию Манна-Уитни различия между содержанием рДНК во всех образцах вкДНК и гДНК статистически достоверны ( $p < 0,05$ ).

активацию сигнального пути TLR9 и связанных с ним NF- $\kappa$ B-, JNK/p38-, IRF- сигнальных путей в МСК при взаимодействии с ГЦ-богатой ДНК.

### Материалы и методы

**Культуры клеток.** Мезенхимальные стволовые клетки были получены из жировой ткани операционного материала [2]. Образец ткани был механически измельчен в среде, содержащей 250 мкг/мл гентамицина, 60 Ед/мл пенициллина и 60 Ед/мл стрептомицина («ПанЭко»). Ферментативную диссоциацию проводили, инкубируя препарат в присутствии 10% эмбриональной телячьей сыворотки («РАА», Австрия), 0.04% коллагеназы («Sigma») и тех же антибиотиков в течение 16 часов при 37°C. Затем клетки центрифугировали (10 мин, 200g), переносили в слайд-флаконы и культивировали при 37°C в среде AmnioMax C-100 Basal Medium («Gibco»), содержащей AmnioMax Supplement C-100, 20 мкмоль/л NEPES («Пан/Эко») и антибиотики.

Исследование экспрессии клетками поверхностных белков проводили методом проточной цитофлуориметрии с использованием антител, меченных флуоресцеин-изоцианатом (FITC) и фикоэритрином (PE) («Becton Dickinson», США). Было показано, что на поверхности МСК присутствуют молекулы ГКГ (главного комплекса гистосовместимости, HLA): HLA-ABC+, молекулы адгезии: CD44+, CD54 (low), CD90+, CD106+, интегрины CD29+, CD49b (low), ростовые факторы: CD105+, но отсутствуют маркеры гемопоэтических клеток CD34-, CD45-, HLA-DR- и маркер к CD117-. Полученный профиль характерен для МСК. Кроме того, клетки в присутствии соответствующего индуктора дифференцировались в адипоциты.

**Пробы ДНК.** В качестве модельных фрагментов CpG-ДНК генома человека использовали CpG-богатый фрагмент транскрибируемой области рибосомного повтора ДНК (pДНК), встроенный в вектор pBR322 (п(рДНК)). В качестве AT-обогащенной ДНК использовали фрагмент 1,77 сателлита III (SatIII) – участок

Iq12, хромосомы 1, также встроенный в вектор pBR322 (п(SatIII)). ДНК E. Coli, геномную ДНК (гДНК) и внеклеточную ДНК (вкДНК) выделяли из штамма MG 1655 методом фенольной экстракции. Все образцы ДНК подвергали одинаковой дополнительной очистке от липополисахаридов [6]: последовательно проводили обработку тритоном X-114 и гель-фильтрацию на носителе HW-85. Клинические и диагностические параметры пациентов с хроническими заболеваниями и здоровых доноров были описаны ранее [13].

**Измерение уровня экспрессии генов методом ПЦР в реальном времени.** Выделение РНК из культивируемых лимфоцитов проводили с помощью стандартной методики с использованием наборов YellowSolve («Клоноген», Санкт-Петербург). Выделенную РНК хранили при температуре -70°C. Для дополнительной очистки выделенной РНК проводили ДНКазный гидролиз с помощью реагентов фирмы «Силекс» (Россия). Концентрацию РНК измеряли с использованием РНК-связывающегося красителя QuantiTMM RiboGreen RNA reagent («MoBiTec»), на люминесцентном спектрометре «LS 55» («PerkinElmer», Англия). Реакцию обратной транскрипции проводили с помощью набора реактивов фирмы («Силекс», Россия) с использованием фермента MuLV-RT обратной транскриптазы согласно стандартной методике. Для измерения уровня экспрессии генов использовали метод ПЦР в реальном времени, SYBRGreen PCRMasterMix («Applied Biosystems»), прибор StepOnePlus instrument («Applied Biosystems»). Количество мРНК анализировали в нескольких независимых опытах с помощью программного обеспечения прибора; ошибка метода составляла 2%. В качестве гена внутреннего стандарта использовали TBP (TATAA-box binding protein) и GAPDH (glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase). Для первичного скрининга TLR-сигнального пути использовали наборы «Toll-Like Receptor Signaling Pathway PCR Array» (SA Biosciences, PAHS-018). В последующих экспериментах использовали праймеры «IDT» (США), «Синтол» (Россия).

**Статистическая обработка результатов.** Полученные результаты были подтверждены в трех независимых экспериментах на трех культурах клеток. На рисунках показаны усредненные значения и стандартное отклонение (SD). Достоверность различий анализировали с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.

### Результаты и обсуждение

**вкДНК, модельная п(рДНК) и ДНК *e.coli* равнозначно стимулируют увеличение мРНК *tlr9* в МСК.** Мы исследовали влияние образцов вкДНК (50-100 нг/мл, 3 часа), полученной из плазмы крови больных и здоровых доноров, на активацию *tlr9*-сигнального пути МСК (рис. 2). ВкДНК больных инфарктом миокарда, ревматоидным артритом и раком молочной железы повышает экспрессию TLR9 в 2-3 раза ( $p < 0.05$ ). ВкДНК первичных раковых клеток – в 3,8 раза ( $p < 0.05$ ), вкДНК здоровых доноров статистически значимо не влияла на экспрессию TLR9. Активация TLR9 обусловлена наличием в составе вкДНК лигандов TLR9 – ГЦ-богатых неметилированных последовательностей, накапливающихся во вкДНК в норме и при па-

тологии. Одна из таких последовательностей – транскрибируемая область рибосомного повтора (вк-рДНК).

В дальнейшем нами было исследовано действие на МСК ГЦ-обогащенной ДНК, которая моделирует вк-рДНК (50нг/мл, 3 часа). Плаزمиды п(рДНК), содержит ГЦ-богатый фрагмент транскрибируемой области рибосомного повтора ДНК в векторе рBR322. Используемая концентрация превышает содержание этого повтора в крови здоровых доноров и характерна для патологии. РДНК содержит сайты связывания с рецепторами TLR9 [13] и последовательности – супрессоры TLR9 ((G)n), которые могут конкурентно ингибировать действие лигандов. Для сравнения использовали плазмиду п(CatIII) [20]. Вставка п(CatIII) обогащена АТ-ДНК (область 1q12 1-й хромосомы человека), которая не содержит ни лигандов, ни супрессоров TLR9. В п(CatIII) использовался вектор рBR322, чтобы исключить его влияние на МСК в составе п(рДНК). В качестве положительного контроля использовали ДНК *E.coli* в концентрации 50 нг/мл, которая является известным лигандом, взаимодействующим с рецепторами TLR9. При действии фрагментов п(рДНК) и ДНК *E.coli* на МСК наблюда-

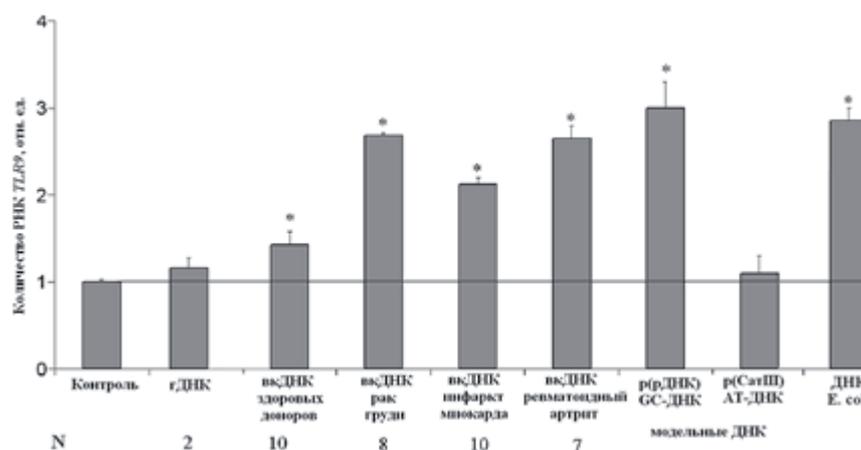


Рис. 2. Уровень экспрессии гена *TLR9* при культивировании МСК в присутствии гДНК, вкДНК больных и здоровых доноров, модельных фрагментов (р(рДНК) и р(CatIII)) и ДНК *E. coli*.

Примечание: концентрации добавляемых фрагментов 50 нг/мл, время воздействия 3 часа. (\*) – Различия между указанными значениями и контролем статистически значимы ( $p < 0,05$ )

ется увеличение количества мРНК *TLR9* соответственно в 3,0 и в 2,9 раза по отношению к контролю ( $p < 0.05$ ), *p(CatIII)* не оказывает влияния на экспрессию гена *TLR9* (см. рис. 2). Таким образом, влияние вектора *pBR322* в составе *p(рДНК)* на активацию *TLR9* минимально.

**Кинетика изменения количества мрнк *tlr9* и адаптера *tlr*-сигнального пути – *myd88* в ответ на стимуляцию мск фрагментами *p(рДНК)*.** Мы исследовали кинетику изменения количества мРНК *TLR9* и адаптера *TLR*-сигнального пути – *MyD88* в ответ на стимуляцию МСК фрагментами *p(рДНК)*. Экспрессия *TLR9* возрастает через 20 мин после добавления в среду *p(рДНК)*, достигает максимума через 1 час (4,2 раза) а к 3 суткам падает до контрольных значений (рис. 3). Экспрессия адаптера *MyD88* в МСК при действии *p(рДНК)* повторяет динамику роста экспрессии *TLR9*, однако, смещена во времени. Количество мРНК *MyD88* повышается и достигает максимума к 3 часам (4,6 раза), сохраняется на максимальном уровне в течение 24 часов и снижается через 3 дня.

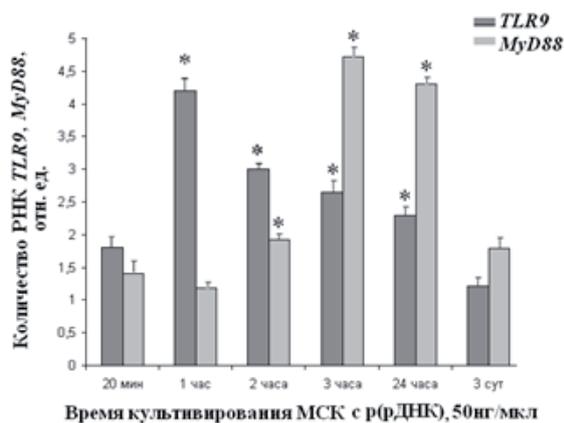


Рис. 3. Динамика накопления мРНК *TLR9* и *MyD88* во времени при инкубации МСК в присутствии ГЦ-богатых фрагментов – *p(рДНК)* в концентрации 50 нг/мл.

(\*) – Различия между указанными значениями и контролем статистически значимы ( $p < 0,05$ )

Таким образом, ГЦ-обогащенная *вкДНК* больных людей и модельный фрагмент –

*p(рДНК)* стимулируют увеличение экспрессии *TLR9* в той же степени, что и природный лиганд ДНК *E.coli*. Поскольку экспрессия адаптера *MyD88* повышается позже, чем *TLR9*, 24 часа посчитали оптимальным временем воздействия *p(рДНК)* на МСК для изучения молекул *TLR*-сигнального пути и путей, активирующихся как следствие активации *TLR9*. Использовали наборы «SABiosciences' Pathway-Focused Arrays» для первичного скрининга экспрессии генов *TLR*-пути, активирующихся в МСК в ответ на добавление *p(рДНК)*. Были выявлены гены, отвечающие повышением количества мРНК в МСК при действии *p(рДНК)*, экспрессию этих генов исследовали в серии отдельных экспериментов на трех культурах МСК с одинаковыми поверхностными маркерами.

**Активация *NF-kB*-, *JNK/p38*-, *IRF*-сигнального пути в ответ на стимуляцию МСК фрагментами *p(рДНК)* (24 часа, 50 нг/мл).** После связывания лиганда *TLR* образуют гомо- и гетеродимеры и передают сигнал внутрь клетки посредством гомотопического связывания *TIR-TIR* с одним из *TIR*-содержащих адапторных белков (*MyD88*, *TRIF/TICAM-1*, *TIRAP/MAL* и *TRAM/TICAM-2/TIRP*) или с комбинацией этих белков. Все *TLR*, за исключением *TLR3*, который передает сигнал через *TRIF*, используют один и тот же сигнальный путь и *MyD88* в качестве адаптера [1]. Передача сигнала через *TLR* осуществляется посредством ряда процессов, главный из которых – обратимая ковалентная модификация путем фосфорилирования и убиквитинирования. Для всех *TLR* сигнальный путь начинается с *IRAK* и белков семейства *TRAF*. Далее сигнал передается на киназы промежуточного уровня, такие, как *TAK-1* и *ТБК-1/IKK $\epsilon$* , что приводит к активации сигнальных путей через *MAP*-киназы (*JNK*, *p38* и *ERK*), *IRF* (а именно *IRF-3*, *IRF-5*, и *IRF-7*) и *NF-kB* [1; 12], что сопровождается повышением экспрессии генов и синтезом цитокинов и хемокинов.

Мы обнаружили изменение экспрессии генов адаптеров *TLR*-пути в ответ на добав-

ление п(рДНК). Количество мРНК *MYD88*, *TIRAP*, *HSPD1*, *MAP2K3* возрастает в 5-9 раз, количество мРНК *TICAM2*, *SARM1*, *TOLLIP*, *HRAS*, *HSPA1A* и *MAPK8IP3* повышается в 2-3,5 раза, незначительно, в 1,4 раза увеличивается экспрессия генов *PEL1* и *RIPK2* (табл. 1). Повышается также экспрессия генов эффекторов TLR-сигнального пути. Мы обнаружили, что п(рДНК) вызывает в МСК увеличение количества мРНК генов *EIF2AK2*, *PPARA* в 3,5-5 раз. Экспрессия генов *TRAF6*, *UBE2N* повышается в 2 раза. В 1,5-2 раза возросло количество мРНК *FADD*, *IRAK1*, *MAP3K7IP1*, *IRAK2* и *IRAK1* (см. табл. 1). При действии п(рДНК) на МСК мы наблюдали активацию генов NF-κB-сигнального пути. Количество мРНК *MAP3K1*, *MAP4K4*, *NF-κB1A*, *REL* возросло в 3,5-5,5 раз, мРНК *IKBKB*, *RelA (p65)*, *NFRKB* в 2-3 раза, мРНК *NF-κB1* и *NF-κB2* в 1,4 раза.

Таким образом, ГЦ-богатые последовательности ДНК, накапливающиеся в составе

вкДНК, повышают экспрессию большинства генов молекул, участвующих в проведении сигнала через TLR-сигнальный путь, что сопровождается транслокацией в ядро фактора транскрипции NF-κB, повышая экспрессию генов NF-κB-сигнального пути. Последовательное фосфорилирование киназ активировало в МСК JNK/p38-сигнальный путь. Количество мРНК *FOS*, *MAP2K3*, *MAPK8* возросло в 2,6-5 раз, мРНК *ELK1* и *MAP2K4* – в 1,4-1,9 раза (табл. 2).

ГЦ-богатые последовательности в составе вкДНК могут играть существенную роль в функционировании МСК, активируя TLR-зависимые сигнальные пути в клетке: NF-κB-путь, а также JNK/p38- и IRF-сигнальные пути. Существует временная регуляция активации этих сигнальных путей. Таким образом, ГЦ-фрагменты в составе внеклеточной ДНК существенно влияют на физиологию как эндогенных МСК, так и МСК, введенных в организм с целью терапии.

Таблица 1

**Стимуляция TLR9 п(рДНК) в концентрации 50 нг/мл индуцирует в МСК повышение экспрессии TLR-регулируемых генов и генов NF-κB-сигнального пути**

TLR-сигнальный путь (24 ч, 50 ng/ml п(рДНК))				NFκB-сигнальный путь (50 нг/мл п(рДНК))		
Адаптеры		Эффекторы			24ч	3ч
<i>MYD88</i>	5.20 ± 0.26	<i>TRAF6</i>	2.62 ± 0.13	<i>NFKBIA</i>	3.61 ± 0.18	5.73 ± 0.5
<i>TIRAP</i>	8.06 ± 0.40	<i>FADD</i>	1.90 ± 0.10	<i>NFRKB</i>	1.90 ± 0.10	–
<i>SARM1</i>	1.90 ± 0.10	<i>IRAK1</i>	1.90 ± 0.10	<i>REL</i>	4.98 ± 0.25	–
<i>TICAM2</i>	1.90 ± 0.10	<i>IRAK2</i>	1.38 ± 0.07	<i>RELA</i>	2.62 ± 0.13	–
<i>TOLLIP</i>	1.90 ± 0.10	<i>UBE2N</i>	2.62 ± 0.13	<i>MAP3K1</i>	3.61 ± 0.18	–
<i>HRAS</i>	3.61 ± 0.18	<i>UBE2V1</i>	1.90 ± 0.10	<i>MAP4K4</i>	5.47 ± 0.05	–
<i>HSPA1A</i>	2.62 ± 0.13	<i>EIF2AK2</i>	3.61 ± 0.18	<i>IKBKB</i>	1.90 ± 0.10	2.0 ± 0.2
<i>HSPD1</i>	9.06 ± 0.45	<i>NR2C2</i>	1.38 ± 0.07	<i>TNFα</i>	1.90 ± 0.06	3.90 ± 0.04
<i>MAPK8IP3</i>	1.90 ± 0.10	<i>PPARA</i>	4.98 ± 0.25	<i>TNFRSF1A</i>	2.62 ± 0.13	2.21 ± 0.2
<i>CD14</i>	1.90 ± 0.10	<i>MAP3K7</i>	1.38 ± 0.07	<i>IL1B</i>	1.90 ± 0.10	–
<i>HMGB1</i>	1.90 ± 0.10	<i>MAP3K7IP1</i>	1.90 ± 0.10	<i>IL8</i>	2.62 ± 0.13	3,3 ± 0.3
<i>PEL1</i>	1.38 ± 0.07	–	–	<i>IL10</i>	9.06 ± 0.05	1.70 ± 0.04
<i>RIPK2</i>	1.38 ± 0.07	–	–	–	–	–

**Стимуляция JNK/p38- и IRF-сигнальных путей в МСК при добавлении в среду культивирования р(рДНК) в концентрации 50 нг/мл**

JNK/p38-сигнальный путь (24 ч, 50 нг/мл р(рДНК))		IRF-сигнальный путь (24 ч., 50 нг/мл р(рДНК))	
<i>MAP2K3</i>	4.98 ± 0.25	<i>IRF1</i>	1,38 ± 0.07
<i>MAP2K4</i>	1.68 ± 0.08	<i>IRF3</i>	2,62 ± 0.13
<i>MAPK8</i>	3.57 ± 0.10	<i>IFNA1</i>	4.98 ± 0.25
<i>ELK1</i>	1.91 ± 0.09	<i>IFNB1</i>	1.90 ± 0.10
<i>FOS</i>	2.62 ± 0.13	<i>IFNG</i>	4.98 ± 0.05

## ЛИТЕРАТУРА:

- Akira S., Sato S. Toll-like receptors and their signaling mechanisms // *Scandinavian J. of Infectious Diseases*. – 2003. – V. 35 (№ 9). – P. 555–562.
- Ermakov A.V. Bystander effect development in human mesenchymal stem cells after exposure to adaptive dose of X-radiation / A.V. Ermakov, V.S. Kon'kova, S.V. Kostyuk et al. // *Radiats. Biol. Radioecol.* (Радиационная биология. Радиоэкология). – 2010. – V. 50, № 1. – P. 42–51.
- Hahn S. Cell-free nucleic acids as potential markers for preeclampsia / S. Hahn, C. Rusterholz, I. Hösl, O. Lapaire et al. // *Placenta*. – 2011. – V. 32 (Suppl.1). – P. 17–20.
- Konorova I.L., Veiko N.N., Novikov V.E. Influence of plasma DNA on acid-base balance, blood gas measurement, and oxygen transport in health and stroke // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2008. – V. 1137. – P. 278–282.
- Kostyuk S.V. Role of extracellular DNA oxidative modification in radiation induced bystander effects in human endotheliocytes / S.V. Kostyuk, A.V. Ermakov, A.Y. Alekseeva et al. // *Mutation Research – Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. – 2012. – V. 729 (№ 1-2). – P. 52–60.
- Kostyuk S.V. The changing of cell-free DNA properties of peripheral blood and TCR-mutant cell frequency in individuals exposed to ionizing radiation / S.V. Kostyuk, I.A. Zamulaeva, R.K. Agapova et al. // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. – 2007. – V. 144 (№ 3). – P. 304–308.
- Morrison S.J., Spradling A.C. Stem cells and niches: mechanisms that promote stem cell maintenance throughout life // *Cell*. – 2008. – V. 132 (№ 4). – P. 598–611.
- Peters D.L., Pretorius P.J. Origin, translocation and destination of extracellular occurring DNA – a new paradigm in genetic behaviour // *Clinica Chimica Acta*. – 2011. – V. 412 (№ 12). – P. 806–811.
- Schwarzenbach H., Hoon D.S., Pantel K. Cell-free nucleic acids as biomarkers in cancer patients // *Nature Reviews Cancer*. – 2011. – V. 11 (№ 6). – P. 426–437.
- Singer N.G., Caplan A.I. Mesenchymal stem cells: mechanisms of inflammation // *Annual Review of Pathology-mechanisms of disease*. – 2011. – V. 6. – P. 457–478.
- Suzuki N. Characterization of circulating DNA in healthy human plasma / N. Suzuki, A. Kamataki, J. Yamaki et al. // *Clinica Chimica Acta*. – 2008. – V. 387. – P. 55–58.
- Takagi M. Toll-like receptor – a potent driving force behind rheumatoid arthritis // *J. of Clinical and Experimental Hematopathology*. – 2011. – V. 51 (№ 2). – P. 77–92.
- Veiko N.N. Blood serum DNA in patients with rheumatoid arthritis is considerably enriched with fragments of ribosomal repeats containing immunostimulatory CpG-motifs / N.N. Veiko, N.O. Shubaeva, S.M. Ivanova et al. // *Bull Exp. Biol. Med.* (Бюллетень экспериментальной биологии и медицины). – 2006. – V. 142 (№ 3). – P. 313–316.
- Veiko N.N., Spitkovskii D.M. The accumulation of single-stranded breaks does not lead to paired DNA damage – the characteristic of the transcribing fragment of the human ribosomal operon that allows its being detected in biological fluids at the death of different body cells // *Radiats. Biol. Radioecol.* – 2000. – V. 40 (№ 4). – P. 396–404.

УДК 635.25:581.4

**Кулиева С.К., Гасымов Ш.Н.**  
Центральный Ботанический Сад  
Национальной Академии Наук Азербайджана (г. Баку)

**МОРФОГЕНЕЗ ЮВЕНИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ  
НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛУКА (*ALLIUM* L.) ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ  
ИЗ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ НАХЧЫВАНСКОЙ АР НА АПШЕРОНЕ**

**S. Guliyeva, Sh. Gasimov**  
*Central Botanical Garden, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan*

**MORPHOGENESIS OF JUVENILE PLANTS  
OF SOME ONION (*ALLIUM* L.) SPECIES, INTRODUCED  
FROM THE NATURAL FLORA OF THE NAKHICHEVAN AR ON ABSHERON**

**Аннотация.** В статье впервые интродукционными исследованиями показаны направления поиска и внедрения в зеленое строительство растений рода *Allium* L. из природной флоры Нахчыванской АР. Результаты многолетних исследовательских работ показали перспективность некоторых видов этих родов *Allium* L. для Апшерона. В ЦБС НАН Азербайджана были проведены работы по изучению биологии развития и морфогенеза ювенильных растений и культур некоторых видов (*Allium schoenoprasum* L., *A. caeruleum* Pall., *A. akaka* S.G. Gmel. ex Schult. et Schult. fil. Aggr., *A. rubellum* Bieb., *A. leucanthum* C. Koch) рода луков (*Allium* L.), интродуцированных из природной флоры Нахчыванской АР в Апшероне. Изучение биологии развития и морфогенеза этих растений дает возможность освоения растительных ресурсов нахчыванской флоры и обогащения культурной флоры Азербайджанской Республики. В связи с этим изучение биоморфологии и морфогенеза представителей рода *Allium* L. позволит решить некоторые задачи как научного обоснования, так и практического использования их в культуре.

**Ключевые слова:** род *Allium* L., природная флора Нахчыванской АР, биология развития, морфогенез ювенильных растений, интродукция.

**Abstract.** Introduction studies have been used for the first time to show the search and introduction of the genus *Allium* L. from natural flora of the Nakhchivan Autonomous Republic for greenery. The results of long-term investigations have shown some *Allium* L. species to be promising for Absheron. The development biology and morphogenesis of juvenile plants and crops of some *Allium* L. species (*Allium schoenoprasum* L., *A. caeruleum* Pall., *A. akaka* S.G. Gmel. ex Schult. et Schult. fil. Aggr., *A. rubellum* Bieb., *A. leucanthum* C. Koch) that have been introduced from the natural flora of the Nakhichevan Autonomous Republic in Absheron have been studied at the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Azerbaijan. The investigation of development biology and morphogenesis of these plants enables the usage of plant resources of Nakhchivan flora and enrichment of cultural flora of the Azerbaijan Republic. As a result, the study of biomorphology and morphogenesis of the representatives of the genus *Allium* L. Will make it possible to solve some problems of both the scientific justification and practical use in the culture.

**Key words:** genus *Allium* L., natural flora of the Nakhchivan Autonomous Republic, development biology, morphogenesis of juvenile plants, introduction.

Проблема освоения растительных ресурсов и введение в культуру новых дикорастущих растений имеет большое научное и народнохозяйственное значение. В Азербайджане большие возможности в этом отношении заложены в природной флоре Нахчыванской АР.

Сложный географический рельеф, почвенно-климатические условия и разнообразие растительного покрова, а также четко выраженная поясность обуславливают богатство дикорастущей флоры Нахчывана. Многие травянистые растения из флоры Нахчывана по своим достоинствам заслуживают введения в культуру и использования в декоративном садоводстве. Некоторые виды рода лук флоры Нахчывана уже введены в культуры [1; 2; 3; 5], одна-

ко эти виды до сих пор не нашли широкого применения в садах и парках Азербайджана. В значительной мере это объясняется отсутствием работ по их испытанию в культуре в различных почвенно-климатических зонах и недостаточным вниманием к разработке способов их семенного и вегетативного размножения.

В настоящее время лаборатория редких и исчезающих растений Центрального ботанического сада НАН Азербайджана располагает коллекцией видов (32 вида) рода *Allium* L. из природной флоры Нахчывана, созданной путем посева семян и переноса живых растений из естественных местообитаний.

Успешное культивирование дикорастущих видов рода *Allium* L. из природной флоры требует детального знания биологии их семенного и вегетативного размножения, а также сезонного ритма развития растения, морфогенеза ювенильных растений и половозрелых луковиц и т.д. В этом отношении нахчыванские виды лука почти не изучены.

### Материалы и методы

Материалами исследований были виды рода *Allium* L. (*Allium schoenoprasum* L., *A. caeruleum* Pall., *A. akaka* S.G. Gmel. ex Schult. et Schult. fil. Aggr., *A. rubellum* Bieb., *A. leucanthum* C. Koch) интродуцированные в коллекции ЦБС НАН Азербайджана, а также семена, собранные из природной флоры Нахчыванской АР.

В зависимости от цели и направления исследований применялась различная методика работы. Работа по изучению биологических и морфологических особенностей прорастания семян и развития проростков велась по методике Т.А. Работнова [6; 7], И.Г. Серебрякова [8] и Ф.М. Купермана [4], а изучение и графическое изображение морфогенеза вегетативных органов и ритмов сезонного развития растений велась по методике В. и Вл. Скрипчинских, Ю.А. Дударь и др. [9].

Органо- и морфогенез, а также развитие почек возобновления изучались методом препарирования луковиц. Ежедневно из

земли выкапывалось по 3-4 нормально развитые крупные луковицы каждого вида, которые подвергались подробному морфологическому анализу путем последовательного удаления чешуй и препарирования почек и побегов возобновления.

### Результаты и их обсуждения

Развитие сеянцев изученных видов рода *Allium* прослежено в течение 4 лет. В первые два года сеянцы содержались в посевных ящиках, в последующие годы растения выращивались в грядках открытого грунта.

Собранные в мае месяце семена *Allium schoenoprasum*, *A. caeruleum*, *A. akaka*, *A. rubellum*, *A. leucanthum* были высеяны в ящики в конце октября – начало ноября того же года на глубину 1-1,5 см. Ящики содержат почвенную смесь из 3-х частей листовой земли, 3-х частей серозема верхнего почвенного слоя территории Центрального ботанического сада и 1-ой части речного песка.

Первые два месяца после посева ящики содержались в холодной теплице при температуре около 4-5<sup>0</sup>С, после чего были перенесены в теплицу с температурой 10-13<sup>0</sup>С. Первые всходы из семян *Allium schoenoprasum* появились в конце декабря – начале января, уже через 2-3 дня после переноса в теплую теплицу. Массовое прорастание семян всех изученных видов лука началось в конце января. В марте – начале апреля ящики с посевами лука были вынесены из теплицы и посажены в подготовленные грядки коллекционного участка лука, где и проводились дальнейшие фенологические наблюдения.

Морфологическое описание и последовательные фазы развития ювенильных растений *A. schoenoprasum* в первый год жизни показаны на рис. 1.

Вначале прорастающее семя набухает и из его появляется корешок и одновременно образует первый лист сеянца, выходящий на поверхность земли. Первый лист сеянца лука цилиндрический, суживающийся к вершине. По мере роста листа пластинка его становится более полуцилиндрической в поперечном

сечении и приобретает интенсивную зеленую окраску.

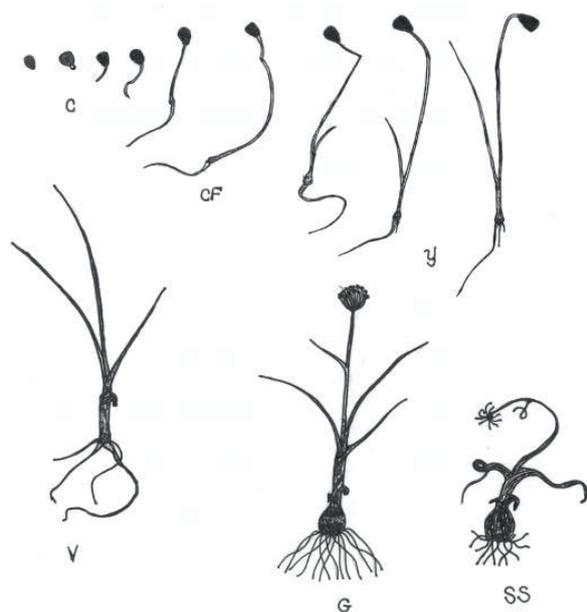


Рис. 1. Последовательные фазы развития *A. schoenoprasum* из семян

C - всходы; CF - проростки; Y - ювенильное состояние;  
V - виргинильное состояние;  
G - генеративное состояние; SS - субсенильное состояние

В большинстве случаев в первый год жизни сеянцы лука образуют только один дефинитивный лист; однако иногда развивается и второй, более узкий лист, появляющийся во второй половине вегетационного периода.

В течение января надземная часть первого листа достигает 7,5 см, а корешок 3,5 см длины. В феврале лист достигает 12 см длины.

Как правило, главный корень сохраняется в течение всего первого вегетационного периода. В дополнение к главному корню у сеянца развиваются от 1 до 3 очень тонких, более коротких придаточных корешков. В отдельных случаях главный корень отмирает вскоре после прорастания семени и замещается тонкими придаточными корешками до 5 см длины. В конце февраля – начале марта начинает формироваться луковичка путем утолщения нижней части влагалища первого листа, окружающего верхушечную почву.

В начале апреля высота надземной части сеянца достигает 22 см, длина корней – 4-6 см, а диаметр луковички – 7 мм. Если у сеянца образуется второй лист, его длина к этому времени очень редко превышает 7 см. В апреле листья и корни постепенно увядают, и первый вегетационный период сеянца заканчивается.

В конце первого вегетационного периода донце сеянца представляет собой крошечный конус, несущий на себе ассимилирующий лист и заканчивающийся верхушечной точкой роста.

В октябре-ноябре развивается корневая система из 4-7 придаточных корней, а весной появляются листья. На втором году жизни у сеянца лука образуется один низовой влагалищный лист и один (очень редко – 2) ассимилирующий.

Ассимилирующий лист сеянца лука второго года расчленен на влагалище и длинную пластинку. Несмотря на полуцилиндрические очертания листа в поперечном плане, ткани его на адаксиальной и абаксиальной сторонах мало различаются.

Донцы сеянца лука второго года оканчивается верхушечной почкой, выполняющей функцию дальнейшего нарастания луковички.

На второй год жизни надземная часть сеянца лука достигает той же высоты (18-22 см), что и в первый год, но пластинка ассимилирующего листа становится немного шире – до 3-4 мм.

Наблюдения за дальнейшим ростом сеянцев лука показали, что на третий и четвертый год растения развиваются в том же плане, что и в предшествующие годы, лишь луковичка становится крупнее за счет того, что годичный побег окружается основаниями листьев предыдущих лет и за счет более мощного утолщения основания ассимилирующих листьев.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гаджиев В.Д., Ибрагимов А.Ш., Мовсумова Ф.Г. Состав екобиоморф в растительности Нахичеванской АССР. // Изв. АН Азерб. ССР. – Сер.

- био. наук. – 1986. – № 3. – С. 20–28.
- Ибадлы О.В., Кулиева С.К. Интродукция в условиях Абшерона видов *Allium akaka* Gmel ex scult. et schult. Fil. и *Allium caeruleum* Pall. var. *Bulbiferum* (Pall.) Ledeb. из Нахичеванской Автономной Республики / Биологическое разнообразие. Интродукция растений. – СПб., 2007. – С. 309–310.
  - Ибрагимов А.Ш., Салаева З.К. Геофиты лугов и субальпийский пояс Нахичеванской АССР их хозяйственное значение // Доклады АН Аз. ССР. Т. XLIV. – 1988. – № 11. – С. 65–67.
  - Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высш. шк., 1968. – 223 с.
  - Прилипко Л.И. Растительные отношения в Нахичеванской АССР. – Т. VII. – Баку: Изд. Аз. Фан СССР, 1939. – 196 с.
  - Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. – Сер. 3. – 1950. – Вып. 6. – С. 7–203.
  - Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. – Сер. 3. – 1965. – Вып. 6. – С. 7–204.
  - Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Советская наука, 1952. – 391 с.
  - Скрипчинский В.В., Дударь Ю.А., Скрипчинский Вл.В. и Шевченко Г.Т. Методика изучения и графического изображения морфогенеза монокарпического побега и ритмов сезонного развития травянистых растений // Труды Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. – 1970. – Вып. 10. – Ч. 2. – С. 3–15.

УДК [57.082.26:582.711.71]:615.32 (470.630'64)

**Мелик-Гусейнов В.В., Тхамокова Ф.К., Шильников Д.С.**  
Пятигорский филиал Волгоградского государственного  
медицинского университета

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛАПЧАТКИ БЕЛОЙ (*POTENTILLA ALBA* L.) НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

**V. Melik-Gusseinov, F. Tkhamokova, D. Shylnikov**  
Pyatigorsk Branch of Volgograd State Medical University

## PROSPECTS OF CULTIVATING *POTENTILLA ALBA* L. IN THE NORTHERN CAUCASUS

**Аннотация.** Проведены интродукционные исследования лапчатки белой – *Potentilla alba* L. на территории Эколого-ботанической станции «Пятигорск» БИН РАН (Ставропольский край), в Ботаническом саду Кабардино-Балкарского государственного университета в г. Нальчике и Зольском районе Кабардино-Балкарии. В результате проведённых исследований было установлено, что наиболее удобным способом размножения являлся способ посадки черенками, а растения пятилетнего возраста пригодны для фармацевтического применения. Для увеличения темпов роста подземной части растения рекомендовано использование биогумусных удобрений.

**Ключевые слова:** *Potentilla alba* L., Северный Кавказ, интродукция, фенология, биомасса.

**Abstract.** We report introduction research of *Potentilla alba* L. on the territory of Pyatigorsk ecobotanical research station of the Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (Stavropol krai), Botanical garden of the Kabardino-Balkarian State University in Nalchik and in stanitsa Zolskaya of Kabardino-Balkaria. As a result of the conducted research, it was ascertained that the most convenient method of planting is planting by rooted cuttings; thus, five-year plants are applicable for pharmaceutical manufacturing. Organic fertilizers are recommended to be used to stimulate the growth of the underground part of the plant.

**Key words:** *Potentilla alba* L., Northern Caucasus, introduction, phenology, biomass.

Лапчатка белая – *Potentilla alba* L. (сем. Розоцветные – Rosaceae) является одним из немногих растений, способных нормализовать работу щитовидной железы [1, с. 21; 2, с. 24]. Несмотря на то, что растение наиболее широко применяется при лечении гиперфункции железы (тиреотоксикозе), отмечен положительный эффект и при лечении гипофункции [4, с. 66-71]. Естественный ареал л. белой охватывает Европейскую часть России, Украину и Беларуси [6, с. 411]. Несмотря на обширный ареал, природные запасы лапчатки достаточно скудны и не могут удовлетворить современных потребностей фармацевтической промышленности [3, с. 264-265]. Поскольку растение в дикорастущей флоре Северного Кавказа не представлено, а потребность в нем велика, мы поставили перед собой цель провести интродукционные исследования, проанализировав возможность выращивания в почвенно-климатических условиях Северокавказского региона.

Для массового выращивания л. белой в культуре использовался посадочный материал, взятый нами в естественных условиях произрастания в Липецкой области. В соответствии с рекомендациями Г.К. Смыком с соавторами [5, с. 85-90] материнское корневище разделялось на черенки, длиной 1-3 см, с придаточными корнями и спящими почками. После этого они высаживались непосредственно в грунт во второй половине октября – ноябре. Для исследований были заложены 3 участка площадью 10×10 м<sup>2</sup> на территории Эколого-ботанической станции «Пятигорск» БИН РАН (Ставропольский край), в Ботаническом саду Кабардино-

Балкарского государственного университета (КБГУ) в г. Нальчике и Зольском районе Кабардино-Балкарии. Ширина междурядий при посадке составляла 40 см, между растениями в рядах – 20 см. Поскольку внесение минеральных и комплексных удобрений не рекомендуется, для 50% высаженных растений использовалось небольшое внесение перегноя и дальнейшая подкормка биогумусом периодичностью один раз в месяц. Ниже представлены данные фенологических наблюдений за 2010-2012 гг. (табл. 1). Из этих данных видно, что, несмотря на относительную отдаленность опытных участков друг от друга, основные этапы вегетации мало отли-

чались по срокам, а разница между ними составляет не более одной недели.

Динамика вегетации растения за три года наблюдений несколько отличалась. В первый год жизни у опытных растений цветение отсутствовало. Для г. Пятигорска были использованы фенологические данные для растений, интродуцированных в 1997 г. Наиболее ранние сроки начала вегетации наблюдались в 2010 г., а наиболее поздние – в 2012 г. При этом дальнейшие этапы фенофаз в эти же годы происходили в более сжатые сроки. В графике (рис. 1) представлены усредненные данные активности цветения растения за три года.

Таблица 1

Данные фенологических наблюдений л. белой на опытных участках в 2010-2012 гг.

Опытные участки	Фенофазы							
	Начало вегетации	Бутонизация	Начало цветения	Массовое цветение	Конец цветения	Вторичное цветение	Созревание семян	Конец вегетации
Пятигорск	25.III.10	15.IV.10	20.IV.10	10.V.10	11.VI.12	VI-X.2010	14.VI.10	15.XI.10
	31.III.11	17.IV.11	23.IV.11	14.V.11	13.VI.11	VI-X.2011	17.VI.11	10.XI.11
	04.IV.12	10.IV.12	22.IV.12	27.IV.12	10.VI.12	-	10.VI.12	-
КБГУ	29.III.11	11.IV.11	20.IV.11	01.V.11	17.V.11	VI-X.2011	22.V.11	10.X.10
	16.IV.12	08.IV.12	12.IV.12	17.IV.12	02.V.12	-	15.V.12	13.X.11
Зольский район КБР	5.IV.11	16.IV.11	26.IV.11	6.V.11	24.V.11	VI-X.2011	12.VI.11	30.X.10
	10.IV.12	15.IV.12	20.IV.12	24.IV.12	10.V.12	-	22.V.12	03.X.11

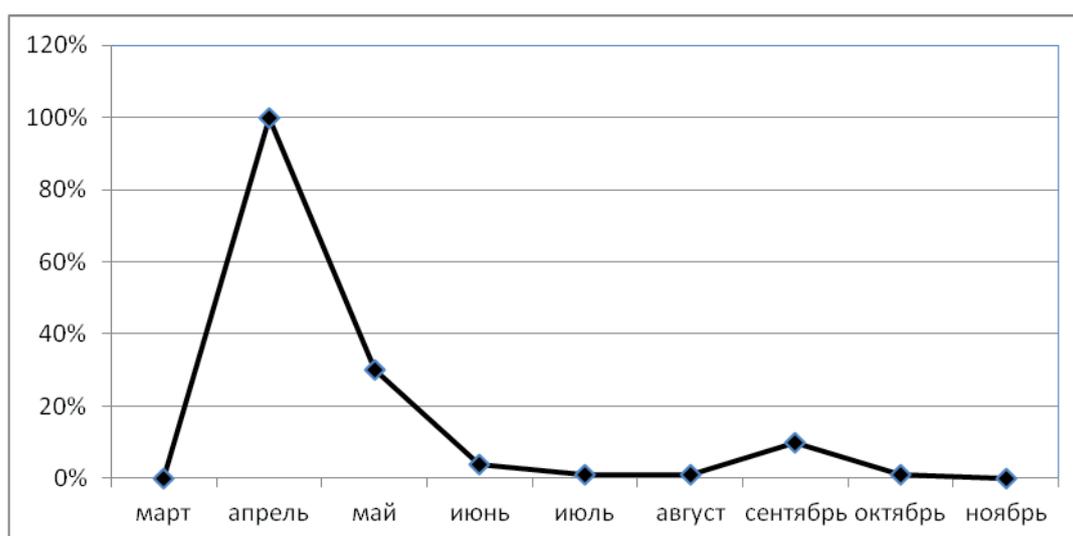


Рис. 1. График активности цветения л. белой за 2010-2012 гг.

Поскольку в терапевтических целях используются подземные органы растения, в которых происходит наибольшее накопление действующих веществ, нами особое внимание уделялось динамике прироста корневищ. Анализ увеличения общей биомассы показывает, что после года жизни прирост черенков составлял от 150 до 230%. При средней массе черенков 1,5–2 г. осенью средняя масса живых растений вместе с надземной частью составила 4,7 г. Средняя масса черенков и растений первого года жизни высчитывалась из расчета общей массы 100 экземпляров опытных растений. На второй год жизни происходило дальнейшее нарастание корневища и

увеличение надземной вегетативной части. Размеры корневища увеличились от 4 до 7-8 см, что составило 90-100% от исходного размера. Около 30% опытных образцов в этом возрасте уже вступали в стадию цветения. Средняя масса растений к концу вегетативного периода второго года составила 7,3 г. На третий год жизни большая часть экземпляров (около 90%) вступали в стадию цветения. Размеры корневища увеличивались до 10 см, а увеличение биомассы составило около 30% (рис. 2).

Наиболее активный рост л. белой отмечался в начале вегетации и в период активного цветения, после чего прирост растений

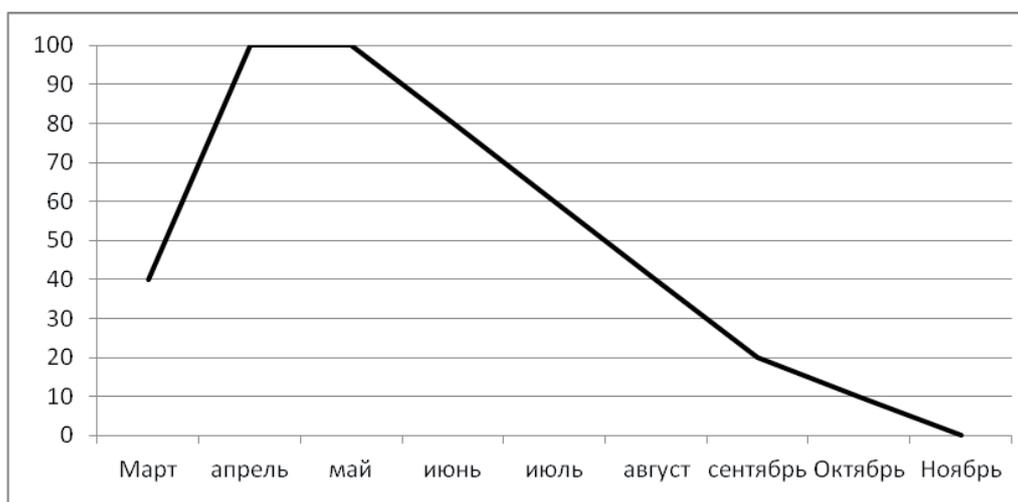


Рис. 2. Прирост биомассы л. белой за вегетационный сезон

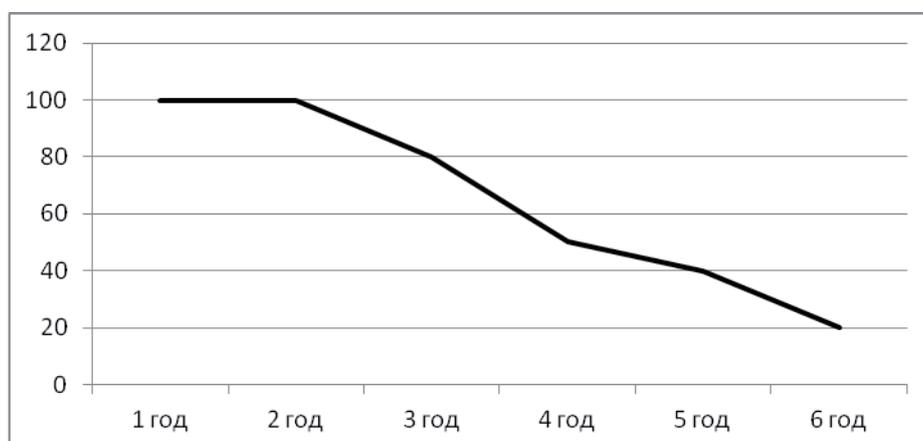


Рис. 3. График темпов роста л. белой в течение первых пяти лет после черенкования

постепенно снижался и к концу вегетации полностью прекратился. Ввиду того, что наши исследования охватывали только лишь три года, выводы о дальнейшем развитии растений нами были сделаны путём экстраполяции данных, полученных при интродукции л. белой Г.К. Смык с соавторами [5, с. 85-90] (см. рис.3).

Опыт интродукции *Potentilla alba* L. в условиях Северного Кавказа дал положительные результаты и позволил разработать рекомендации по её выращиванию и массовому культивированию. Наиболее удобным способом размножения являлось деление материнского корневища на черенки. В течение первых пяти лет жизни отмечался активный рост растений и увеличение биомассы. К пятому году жизни корневища полностью были сформированы и пригодны для фармацевтического применения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Архипова Э.В. Влияние экстракта *Potentilla alba* L. и комплексного средства «Тиреотон» на течение экспериментального гипотиреоза: автореф. дис. ... канд. мед.наук. – Улан-Удэ, 2012. – 21 с.
2. Захария А.В. Исследование лапчатки белой, как перспективного средства для лечения заболеваний щитовидной железы: автореф. дис... канд. биол. наук. – Львов, 1997. – 24 с.
3. В.В. Мелик-Гусейнов Атлас растений: растения в народной медицине России и сопредельных государств. – Пятигорск: СНЕГ, 2011. – 608 с.
4. Приходько Е.И. Лечение больных тиреотоксикозом травой пестрач белый // Врачебное дело. – 1976. – № 6. – С. 66–71.
5. Смык Г.К. Опыт вегетативного размножения *Potentilla alba* L. / Г.К Смык, В.А Меньшова, В.В. Корпачев // Растительные ресурсы. – 1982. –Т. XVIII (вып. 2). – С. 85–90.
6. Флора Восточной Европы: в 11-ти т. Т. 10 / под ред. Н. Н. Цвелева. – СПб.: Мир и Семья, 2001. – 670 с.

УДК 597:2/5

**Минлиятова С.П.**

*Камчатский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии (г. Петропавловск-Камчатский)*

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
СОСТАВА ПИЩИ МОЛОДИ МИНТАЯ В ВОДАХ  
У ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ  
В АВГУСТЕ 2011 И 2012 ГГ.**

**S. Minliyatova**

*Kamchatka Research Institute of Fisheries  
and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatsky*

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF FOOD COMPOSITIONS  
OF JUVENILE POLLOCK IN AUGUST 2011 AND 2012 AT THE WATERS  
OF THE SOUTH-EASTERN COAST OF KAMCHATKA**

*Аннотация.* Питание молоди минтая является слабо изученным вопросом. В статье даны биологические характеристики молоди минтая, определен состав пищи и накормленность рыб. Выявлены различия в пищевом составе разноразмерных групп. Сравнительный анализ пищевого состава молоди минтая показал, что в августе 2011 и 2012 г. минтай питался преимущественно копеподами, накормленность была достаточно высокой и условия для питания молоди были благоприятными.

*Ключевые слова:* молодь рыб, минтай, состав пищи, накормленность, разноразмерные группы.

*Abstract.* Juvenile pollock food is a poorly studied issue. We report the biological characteristics of juvenile pollock, the composition of food and stomach fullness of fish. The differences in the food composition of different size groups are determined. Comparative analysis of food composition of juvenile pollock shows that in August 2011 and 2012 pollock fed primarily on copepods, stomach fullness was high and conditions for the supply of fry were favorable.

*Key words:* juvenile fish, pollock, food composition, stomach fullness, different size groups.

Минтай — самый многочисленный вид тресковых, распространенных в северной части Тихого океана. Несмотря на довольно длительное промысловое использование, многие стороны его биологии и питания молоди рыб изучены еще недостаточно. Минтай, как известно, планктонофаг, основа его пищи – копеподы и эвфаузииды, в меньшей степени – декаподы, мизиды, гиперииды, кумовые раки, рыбы [6]. Актуальность работы определяется тем, что питание и пищевые взаимоотношения морских видов рыб в прикамчатских водах является слабо изученным вопросом. Молодь рыб составляет важную часть пополнения популяций. Цель настоящей работы – представить данные по сравнительному анализу состава пищи молоди минтая *Theragra chalcogramma* в Авачинском заливе в августе 2011 и 2012 гг. Перед автором стояли следующие задачи: определить биологические характеристики рыб, изучить состав пищи, накормленность, дать характеристику пищевого спектра по разноразмерным группам в августе 2011 и 2012 гг.

Материалом для исследования послужили пробы по питанию молоди рыб минтая, собранные в водах у юго-восточного побережья Камчатки. Сбор проб проводили в Авачинском заливе в пределах района, ограниченного координатами 51°27'00"–54°07'00" с.ш. и 157°52'00"–160°25'00" в.д. (рис. 1) в августе 2011 и 2012 гг. в период проведения ихтиологи-

ческой съемки. Всего за период исследований было проанализировано 380 экземпляров рыб, у которых проводили биологический анализ и отбирали желудки для дальнейшей камеральной обработки. Изучение питания проводили в соответствии со стандартной

методикой [5]. В ходе работы по определению организмов, потребленных рыбами, использовали определители [1-4].

В ходе исследований проведен биологический анализ всех 380 экз. молоди минтая. Описаны морфометрические характеристики

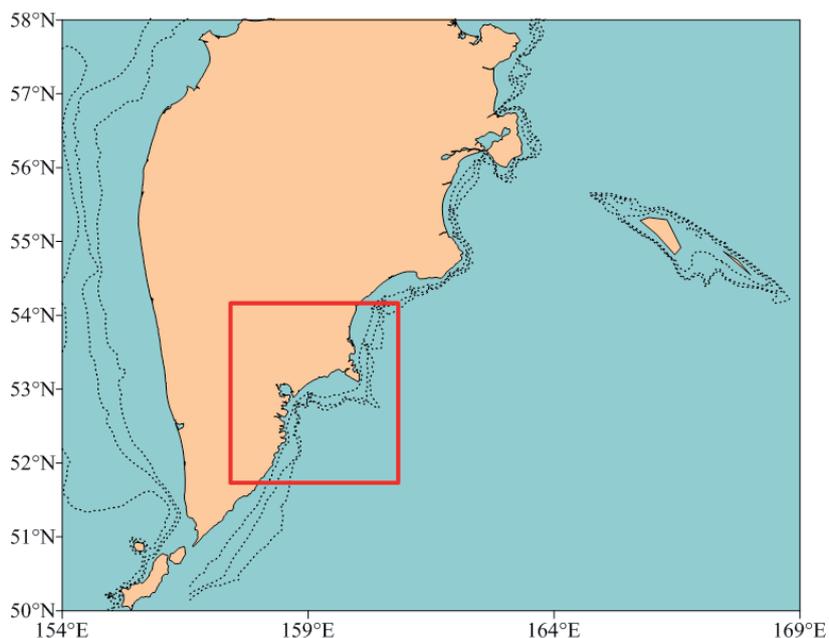


Рис. 1. Район сбора материалов по питанию молоди минтая в Авачинском заливе в августе 2011 и 2012 гг.

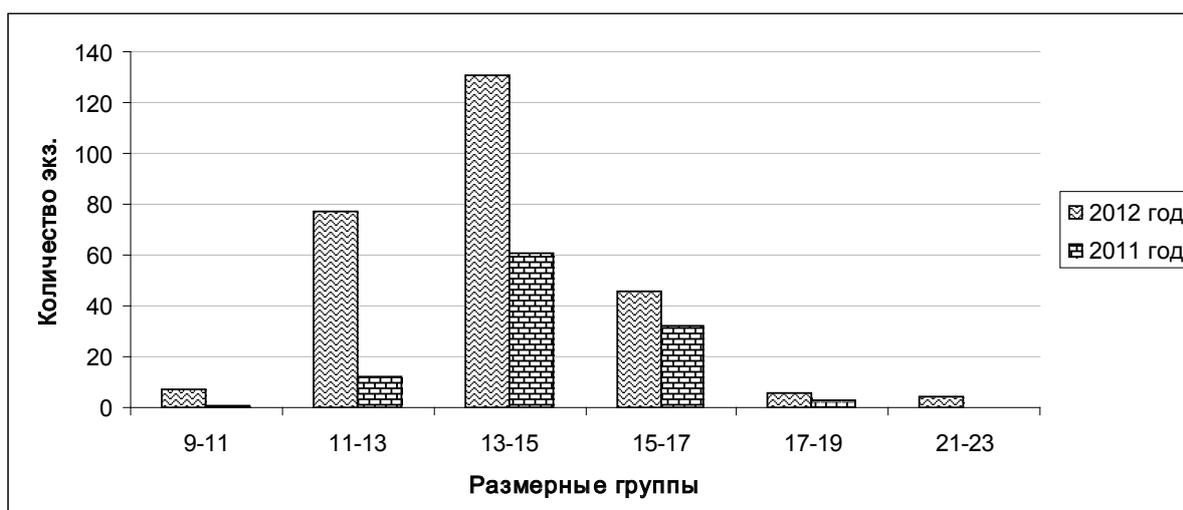


Рис. 2. Распределение молоди *T. chalcogramma* по размерным группам в Авачинском заливе в августе 2011 и 2012 гг.

ки рыб. Размерный ряд особей составил от 10,8 до 18,5 см в августе 2011 г. и от 9,4 до 22,5 см – в августе 2012 г. Распределение особей в исследованной выборке представлен на рис. 2. Масса рыб находилась в диапазоне от 10,9 до 60,6 г в августе 2011 г. и от 5,2 до 76,8 г – в августе 2012 г. Средняя длина и масса всех исследованных рыб составила 14,4 см и 28 г в августе 2011 г. и 13,7 см и 18,4 г соответственно – в августе 2012 года.

Состав пищи молоди минтая в августе 2011 и 2012 гг. был разнообразным. Основу составляли веслоногие рачки (до 80,3%). Кроме этого, в пище встречались кумовые раки, мизиды, гаммариды, эвфаузииды, личинки рыб, молодь креветок и крабов (рис. 3). Среди веслоногих рачков Copepoda в пище молоди минтая в августе 2011 и 2012 гг. встречались 4 вида: *Neocalanus plumchrus*, *Eucalanus bungii*, *Metridia pacifica*, *Neocalanus cristatus*. Молодь

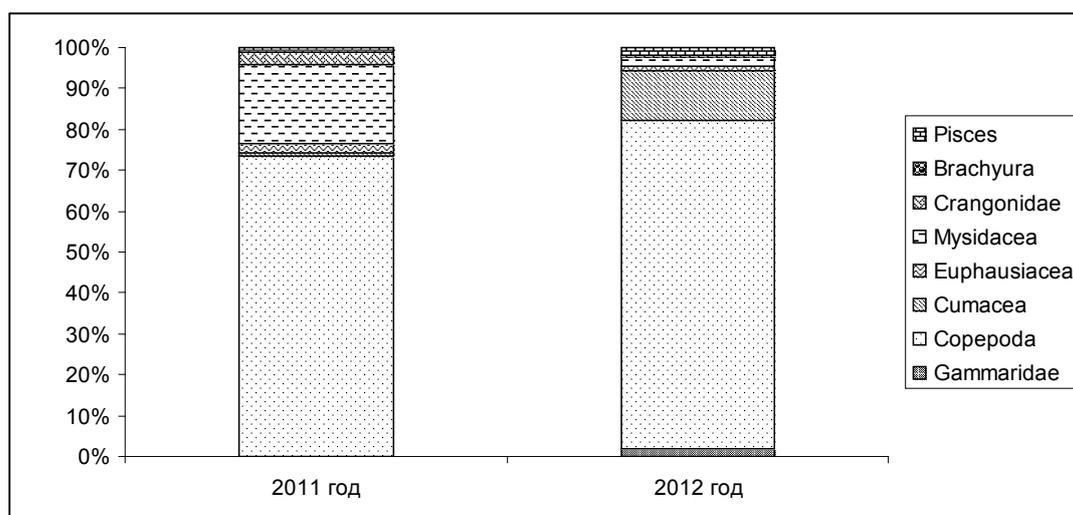


Рис. 3. Состав пищи (% от массы) молоди *T. chalcogramma* в Авачинском заливе в августе 2011 и 2012 гг.

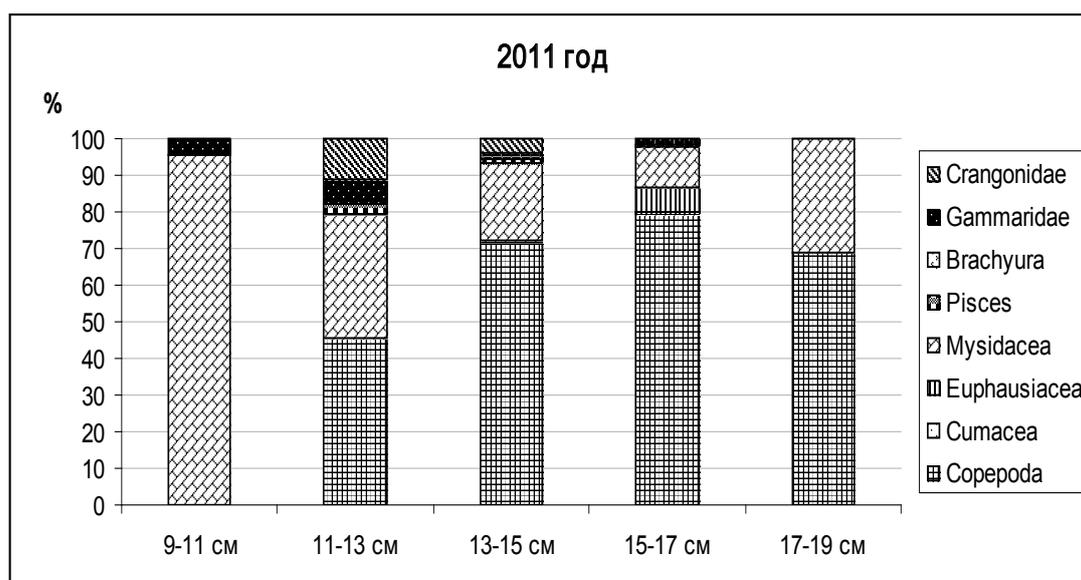


Рис. 4. Состав пищи (% от массы) молоди разноразмерных групп *T. chalcogramma* в Авачинском заливе в августе 2011 г.

минтая разноразмерных групп в августе 2011 г. (рис. 4) питалась преимущественно копеподами (72,1% по массе). В августе 2012 г. молодь разноразмерных групп минтая (рис. 5) питалась также преимущественно копеподами (80,3% по массе). Только лишь у особей длиной 17-19 см в пище преобладали кумовые раки.

Молодь минтая активно питалась: доля рыб с пищей в желудках в августе 2011 г. составила 99,1%, а в августе 2012 г. – 94,8%. Для определения индексов наполнения желудков использовали формулу:

$$\text{ИНЖ} = q/P \cdot 10000,$$

где:  $q$  – масса пищи, г;  $P$  – масса рыбы, г.

Анализ наполнения желудков показал, что 39,4% особей в августе 2011 г. и 44,3% молоди рыб в августе 2012 г. имели максимальную степень наполнения желудков по шестибальной шкале Лебедева. Интенсивность питания у молоди минтая разной длины была неодинакова. Зависимость накормленности молоди минтая от длины особей молоди представлена графически (рис. 6). Самый низкий индекс наполнения желудков в августе 2011 г. наблюдал-

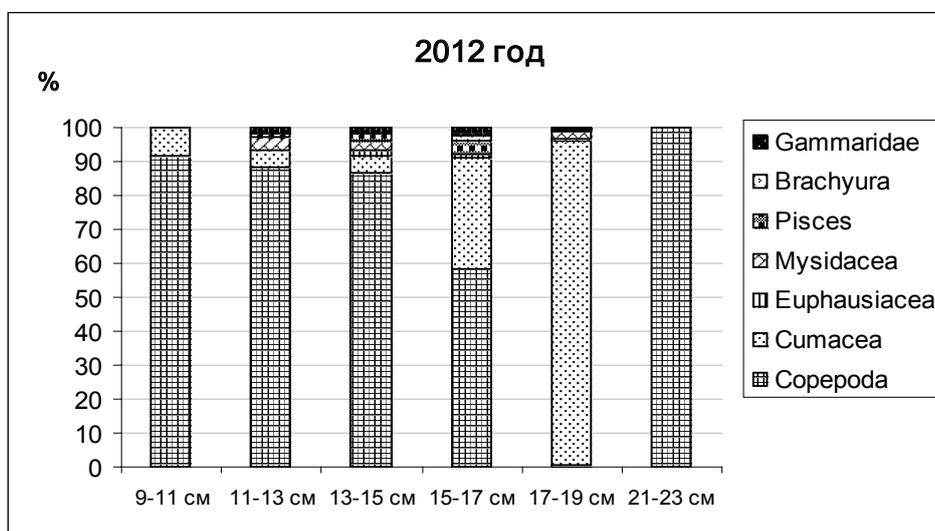


Рис. 5. Состав пищи (% от массы) молоди разноразмерных групп *T. chalcogramma* в Авачинском заливе в августе 2012 г.

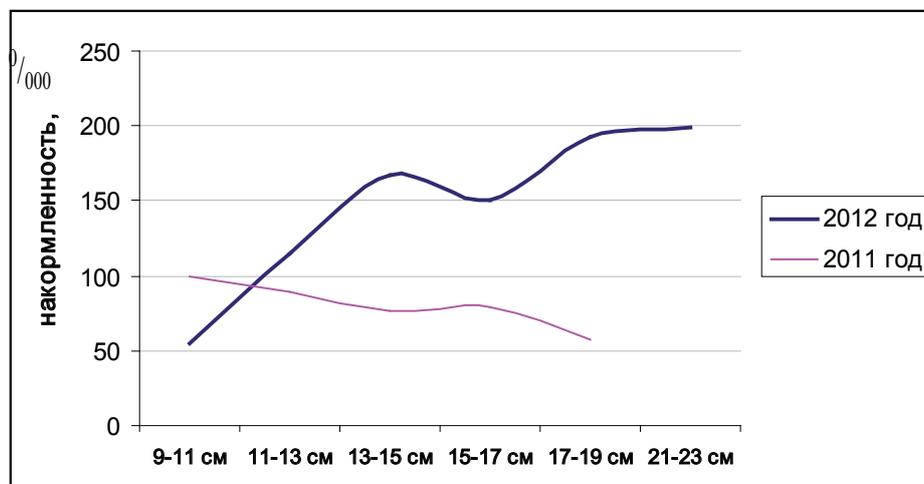


Рис. 6. Зависимость накормленности (‰) от длины молоди минтая в августе 2011 и 2012 г.

ся у минтая длиной 17-19 см –  $57^0/_{000}$ , а самый высокий при 9-11 см –  $100^0/_{000}$ . В августе 2012 г. самый низкий индекс накормленности был у особей длиной 9-11 см –  $55^0/_{000}$ , а самый высокий при длине 21-23 см –  $199^0/_{000}$ .

Таким образом, разновозрастные группы молоди минтая активно питались в августе 2011 и 2012 гг. Доминировали рыбы длиной 13-15 см. Более 94,8% особей имели наполненные желудки с различной степенью наполнения по шкале Лебедева. Молодь минтая предпочитала питаться копеподами. Накормленность была достаточно высокой. В августе 2012 г. накормленность была выше, чем в 2011 г., и закономерно увеличивалась с длиной рыб. В целом условия для питания рыб были благоприятными, и молодь минтая активно питалась. Новые данные по питанию молоди минтая в Авачинском заливе в сопоставлении с научной литературой по исследованию питания молоди минтая многих исследователей по данной теме позволили определить, что

питание молоди минтая в данной акватории не имеет существенных различий в сравнении с питанием молоди минтая других районов в прикамчатских водах.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бродский К.А. Веслоногие рачки Calanoida Дальневосточных морей СССР и полярного бассейна. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – 443 с.
2. Виноградов М.Е., Волков А.Ф., Семенова Т.Н. Амфиподы- гиперииды Мирового океана. – Л.: Наука, 1982. – 493 с.
3. Гаевская Н.С. Определитель фауны и флоры северных морей СССР. – М.: Советская наука, 1948. – 740 с.
4. Макаров Р.Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западно-камчатского шельфа и их распределение. – М.: Наука, 1966. – 164 с.
5. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
6. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 484 с.

УДК 577.1 : 581.1

**Мирзоева Б.Г., Мамедов З.М.**

*Бакинский государственный университет (Азербайджан)*

**ВЛИЯНИЕ ИЗОКАТИОННЫХ СОЛЕЙ НАТРИЯ  
НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА И НА ДИНАМИКУ АКТИВНОСТИ  
ГЛЮКОЗО-6-ФОСФАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ И МАЛАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ  
(ДЕКАРБОКСИЛИРУЮЩЕЙ) ПРОРОСТКОВ ФАСОЛИ**

***B. Mirzoyeva, Z. Mammadov***

*Baku State University, Azerbaijan*

**EFFECT OF ISOCATIONIC SODIUM SALTS ON THE GROWTH INTENSITY  
AND THE KINETICS OF GLUCOSE-6-PHOSPHATE DEHYDROGENASE  
AND MALATE DEHYDROGENASE (DECARBOXYLATING)  
ACTIVITY OF BEAN SEEDLINGS**

*Аннотация.* Исследовано влияние изокатионных солей натрия на интенсивность роста и на динамику активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г6ФДГ) и малатдегидрогеназы (декарбоксилирующей) (МДГД) проростков фасоли. Установлено, что растворы NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> оказывают резко негативное действие как на рост корней, так и на рост стеблей проростков фасоли. Относительно низкие концентрации солей индуцируют, а высокие концентрации подавляют активность Г6ФДГ и МДГД. Индцирование активности этих ферментов в условиях солевого стресса, по-видимому, способствует выживаемости проростков фасоли.

*Ключевые слова:* глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, малатдегидрогеназа (декарбоксилирующая), проростки фасоли, солевой стресс.

*Abstract.* Influence of isocationic sodium salts on the growth intensity and kinetics of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH) and malate dehydrogenase (decarboxylating) (MDHD) activity of bean seedlings is studied. It is found that NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub> and Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> solutions have a very negative effect both on the growth of roots and on the growth of bean seedling stems. Relatively low concentrations of salts induce and high concentrations inhibit the activity of G6PDH and MDHD. Inducing the activity of these enzymes under salt stress seems to contribute to survival of beans seedlings.

*Key words:* glucose-6-phosphatedehydrogenase, malate dehydrogenase (decarboxylating), bean seedlings, salt stress.

Одним из экстремальных факторов окружающей среды, оказывающих сильное влияние на рост и развитие растений, а следовательно, на их продуктивность, является стрессовое состояние, которое вызывается высокими концентрациями различных солей в почве [2; 11]. Во многих странах мира засоленность почвы создает серьезные проблемы в сельском хозяйстве, и она фактически превратилась в главное препятствие в получении продуктов высокого качества [3; 4]. Защитная реакция растений, направленная на преодоление экстремальных условий окружающей среды, в том числе и солевого стресса, требует потребления энергии и кофермента НАДФН [6; 10].

НАДФН имеет большое значение в формировании восстановительного потенциала клеток и используется в качестве универсального редуцирующего агента во многих биохимических реакциях. Он образуется под каталитическим действием ряда ферментов на свои соответствующие субстраты, среди которых особое место принадлежит глюкозо-6-фосфатдегидрогеназе (Г6ФДГ, КФ 1.1.1.49) [9; 11] и малатдегидрогеназе (декарбоксилирующей) (МДГД, КФ 1.1.1.40) [1; 7]. Первый из них является ключевым и регуляторным ферментом окисления глюкозы

в пентозофосфатном цикле, а второй имеет первостепенное значение в обмене малата. Г6ФДГ и МДГД являются широко распространенными ферментами в растительных тканях. Они преимущественно локализованы в цитозоле [7]. Другим основным местом локализации этих ферментов в растениях являются пластиды [1]. Целью настоящей работы явилась исследование влияния различных концентраций изокатионных солей натрия, а именно, растворов NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> на динамику активности цитоплазматических форм Г6ФДГ и МДГД в связи с изменениями в интенсивности роста проростков фасоли. Перечисленные соли натрия, как известно, играют важную роль в формировании засоленности почвы.

### Материалы и методы исследования

Эксперименты проводились над проростками фасоли (*Phaseolus vulgaris*, сорт пияда). Семена фасоли смачивались в дистиллированной воде в течение 24 часов, и после появления первых признаков прорастания их выращивали в кюветах, заполненных дистиллированной водой, в течение 7 суток при температуре 25° С. Для создания солевого стресса в экспериментальные варианты добавляли необходимое количество солей NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Замеры роста и определение активности ферментов проводились на 3-и, 5-ые и 7-ые сутки прорастания.

Приготовление препарата и определение активности Г6ФДГ осуществляли по Эспозито и др. [8]. Для получения ферментного препарата МДГД в качестве экстрагирующего раствора использовали 100 мМ трис- HCl с pH-7.5, содержащий 5 мМ MgCl<sub>2</sub>, 2 мМ ЭДТА, 10 % (v/v) глицерол, 10 мМ 2-меркаптоэтанол и 1 мМ фенилметилсульфонилхлорид. После приготовления гомогената и центрифугирования его при 12.000 g, фракция супернатанта применялась как неочищенный ферментный препарат МДГД. Для определения активности фермента использовалась инкубационная среда, приготовленная на основе 50 мМ трис- HCl буфера с pH-7.5, содержащая 10

мМ MgCl<sub>2</sub>, 0.5 мМ НАДФ и 4 мМ L-малат, который предварительно был нейтрализован с Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Активность обоих ферментов выражали в нм НАДФН/мин/мг белок. Содержание белка определяли по Бредфорду [5]. Полученные данные обработаны статистически и показатель погрешности не превышал 5%.

### Результаты и их обсуждения

Результаты исследований по влиянию различных концентраций солей NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> на интенсивность роста, а также на динамику активности цитоплазматических форм Г6ФДГ и МДГД проростков фасоли представлены в табл. 1. Как видно из представленных данных, негативное влияние растворов изокатионных солей натрия на интенсивность роста проростков фасоли начало проявляться во всех экспериментальных вариантах с самой ранней стадии развития проростков. Причем по мере увеличения концентрации солей их ингибирующее действие на этот процесс увеличивалось. Среди испытанных солей натрия наиболее ингибирующим действием на рост проростков оказывал Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. При его концентрации 100 мМ, в отличие от других вариантов, рост корней вовсе прекратился.

Если не вдаваться в более тонкие подробности, то можно сказать, что характер ингибирующего действия различных растворов NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaHCO<sub>3</sub> на рост корневой системы проростков гороха приблизительно одинаков. Тормозящее влияние растворов всех этих солей на рост корней измеряется кратными цифрами (как минимум, более чем в 2 раза) и по мере увеличения концентрации солей существенно усиливается. Добавление NaCl в среду сопровождалось усилением активности как Г6ФДГ, так и МДГД. Наиболее высокое индицирование активности ферментов наблюдалось при концентрации NaCl 50 мМ. На третий день экспериментов в варианте с 50 мМ NaCl активность Г6ФДГ по сравнению с контрольным вариантом увеличивалась на 49.2 %, а МДГД – на 29.4 %. В последующие дни экспериментов тенденция

Таблица 1

**Влияние различных концентраций растворов изокатионных солей натрия на динамику роста корней ( корни 10 проростков в граммах) и активности Г6ФДГ и МДГД на ранних стадиях развития проростков фасоли**

Варианты	3 дня			5 дня			7 дня		
	Корень	Г6ФДГ	МДГД	Корень	Г6ФДГ	МДГД	корень	Г6ФДГ	МДГД
Контроль	1.2	242	102	2.1	191	133	4.1	176	154
NaCl									
25mM	0.5	328	122	0,8	294	163	1.2	281	201
50mM	0.3	361	132	0,5	308	182	0.8	290	212
100mM	0.1	310	130	0,3	208	95	0.6	160	103
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>									
25mM	0.6	347	120	0,8	302	188	1.2	261	248
50mM	0.4	373	133	0,7	322	225	1.0	270	266
100mM	0.1	101	67	0,2	88	78	0.7	90	80
NaHCO <sub>3</sub>									
25mM	0.7	389	132	0,8	276	206	0.8	180	230
50mM	0.4	370	130	0,3	210	200	0.4	170	222
100mM	0.2	252	76	0,2	90	93	0.4	62	73
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>									
25mM	1.4	280	101	0,4	230	121	0.4	160	103
50mM	1.3	220	92	0,4	180	112	0.6	101	94
100mM	-	-	-	-	-	-	-	-	-

снижения активности Г6ФДГ сохранялась, но в пределах концентрации NaCl 25-50 мМ она всегда находилась на более высоком уровне, чем в контроле. Высокая концентрация раствора NaCl (100 мМ) на ранних этапах роста корней стимулировала, а на поздних этапах существенно ингибировала активность обоих НАДФН-образующих ферментов.

Влияние различных концентраций растворов Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaHCO<sub>3</sub> по характеру своего действия на динамику активности Г6ФДГ и МДГД сравнимо с таковой растворами NaCl. Тем не менее, можно выделить некоторые отличительные особенности действия растворов Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaHCO<sub>3</sub> на этот процесс. Во-первых, на ранних стадиях развития проростков при низкой концентрации они индуцируют увеличение активности Г6ФДГ в заметно большей степени, чем раствор NaCl при той же концентрации в аналогичный период. Во-вторых, на более поздних стадиях развития корней относительно низкие кон-

центрации Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaHCO<sub>3</sub> (25-50 мМ) индуцируют активность МДГД в большей степени, чем аналогичные концентрации NaCl. И, наконец, в-третьих, высокие концентрации (100 мМ) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NaHCO<sub>3</sub> подавляют активность как Г6ФДГ, так и МДГД в большей степени, чем раствор NaCl. Следует также отметить, что под действием раствора NaHCO<sub>3</sub> активность Г6ФДГ индуцируется заметно больше, чем под влиянием раствора Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Возможно, по этой причине рост корней при концентрации NaHCO<sub>3</sub> в 25 мМ происходит лучше, чем в той же концентрации NaCl. А разница между активностями в этих вариантах относительно МДГД менее заметно.

Влияние растворов Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> на динамику активности Г6ФДГ и МДГД существенно отличалось от аналогичного действия других растворов солей Na. Низкая концентрация Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> вызвала слабую индукцию активности Г6ФДГ в течение первых пяти дней инкубации. Во всех остальных случаях уро-

вень активности фермента был ниже, чем в контрольном варианте. А в случае МДГД индукция активности фермента вообще не наблюдалась. Наоборот, в течение всего инкубационного периода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  заметно ингибировал активность МДГД. Возможно, отсутствие должной индукции активности в обоих НАДФН-образующих ферментах является основной причиной плохого роста корней проростков фасоли. Защитная система, требующая потребления определенного количества НАДФН, из-за отсутствия его необходимого количества не может преодолеть негативное действие  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , которое отражается на задержке нормального роста корней.

На ранних стадиях развития проростков фасоли ингибирующее действие солей еще в большей степени отразилось на росте стебля, чем на росте корней (табл. 2). На пятый день экспериментов, кроме контрольного вариан-

та стволовая система появилась только в вариантах с  $\text{NaCl}$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , причем только при их концентрации 25 мМ. В этот период развития проростков фасоли масса стволовой системы в контрольном варианте превосходил аналогичный показатель в опытных вариантах в 3 раза. Во всех остальных случаях рост стебля подавлялся полностью. С течением времени (на седьмой день инкубации), стволовая система появляется и в других опытных вариантах (кроме концентраций  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  50 и 100 мМ), но разница между массами стеблей в контрольном и опытными вариантами достигает шести и более раз.

Уровень активности как Г6ФДГ, так и МДГД в стеблях проростков фасоли обнаруживался в значительно меньшей степени, чем в корнях. Так, например, в семидневных проростках контрольных вариантов соотношение активности ферментов в корнях к активности в стеблях для Г6ФДГ составля-

Таблица 2

**Влияние различных концентраций растворов изокатионных солей натрия на динамику роста (стебли 10 проростков в граммах) стеблей и активности Г6ФДГ и МДГД на ранних стадиях развития проростков фасоли**

Варианты	5 дней			7 дней		
	Ствол	Г6ФДГ	МДГД	Ствол	Г6ФДГ	МДГД
Контроль	0,6	102	48	12,6	108	60
<b>NaCl</b>						
25mM	0.2	121	57	2.1	130	73
50mM	-	-	-	1.4	125	65
100mM	-	-	-	1.0	83	52
<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>						
25mM	0.2	114	55	0.9	118	72
50mM	-	-	-	0.5	101	61
100mM	-	-	-	0.4	77	50
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>						
25mM	-	-	-	1.2	126	70
50mM	-	-	-	0.5	99	59
100mM	-	-	-	0.3	65	45
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>						
25mM	-	-	-	0.6	91	46
50mM	-	-	-	-	-	-
100mM	-	-	-	-	-	-

ло 2.1, а для МДГД – 2.1. Более того, степень индигирования активности этих НАДФН-образующих ферментов под действием растворов солей в стеблях проявлялась в меньшей степени, чем в корнях проростков фасоли. Видимо, эти два фактора (низкий уровень и слабая степень индигирования активности ферментов) делают стебли проростков фасоли более уязвимыми к действию солевого стресса. Таким образом, растворы NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> оказывают резко негативное действие на рост корней, и еще в большей степени – на рост стеблей проростков фасоли. Относительно низкие концентрации солей индуцируют, а высокие концентрации подавляют активность Г6ФДГ и МДГД. Индигирование активности ферментов, по-видимому, способствуют выживаемости проростков фасоли.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мамедов З.М. Физиологические функции малик-фермента у растений // Вест. Бакинского гос. универ. (Сер. естест. наук). – 2008. – № 4. – С. 60–70.
2. Bohnert, H.J., Jensen, R.G. Metabolic engineering for increased salt tolerance: the next step // Aust. J. Plant Physiol. – 1996. – № 23. – P. 661–667.
3. Bohert H.J., Nelson D.E., Jensen R.J. Adaptation to environmental stress // Plant Cell. – 1995. – V. 7. – P. 1099–1111.
4. Boyer J.S. Plant Productivity and environment // Science. – 1982. – V. 218. – P. 443–448.
5. Bradford M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. – 1976. – V. 72. – P. 248–251.
6. Corpas F.J. A dehydrogenase-mediated recycling system of NADPH in plant peroxisomes / F.J. Corpas, J.B. Barroso, L.M. Sandalio et al. // Biochem. J. – 1998. – V. 330. – P. 777–784.
7. Drincovich M., Casati P., Andreo C. NADP-malic enzyme from plants: A ubiquitous enzyme involved in different metabolic pathways // FEBS Lett. – 2001. – V. 490. – P. 1–6.
8. Esposito S. Glucose-6-phosphate dehydrogenase in barley roots : kinetic properties and localization of isoforms / S. Esposito, S. Carfagna, G. Massaro et al. // Planta. – 2001. – V. 212. – P. 627–634.
9. Heerden P. Dark chilling increases glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in soybean leaves / P. Heerden, M. Villiers, J. Staden et al. // Physiologia Plantarum. – 2003. – V. 119. – P. 221–230.
10. Liu S. Expression of an NADP-malic enzyme gene in rice (*Oryza sativa* L.) is induced by environmental stress; over expression of the gene in *Arabidopsis* confers salt and osmotic stress tolerance / S. Liu, Y. Cheng, X. Zhang et al. // Plant Mol. Biol. – 2007. – V. 32. – P. 258–267.
11. Liu Y. Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Plays a Pivotal Role in Nitric Oxide-Involved Defense Against Oxidative Stress Under Salt Stress in Red Kidney Bean Roots / Y. Liu, R. Wu, Q. Wan et al. // Plant Cell Physiol. – 2007. – V. 48 (№ 3). – P. 511–522.

УДК 61.612.16

**Молоканова Ю.П.**

*Московский государственный областной университет*

## **ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РИТМ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА**

**Yu. Molokanova**

*Moscow State Regional University*

### **FACTORS DETERMINING HEART RATE IN YOUNG PEOPLE**

*Аннотация.* Ритм сердечных сокращений имеет индивидуальный характер, который определяется эндогенными и экзогенными факторами. На показатели ритма сердечных сокращений у лиц юношеского возраста достоверно влияют такие эндогенные факторы, как тип конституции, экзогенные факторы созидательного характера – систематические занятия физической культурой, и разрушающего характера – курение. Наибольшая сила влияния на ритм сердечно-сосудистой системы с максимальным уровнем достоверной вероятности отмечена для такого фактора, как курение.

*Ключевые слова:* ритм сердечных сокращений, ритмичный тип сердечных сокращений, аритмичный тип сердечных сокращений, тип конституции, физическая культура, курение, юношеский возраст.

*Abstract.* Heart rate has an individual character, which is determined by endogenous and exogenous factors. Heart rate in young people is significantly affected by such endogenous factors as the type of constitution, systematic physical activity and smoking. Smoking is found to produce the greatest influence on the rhythm of the cardiovascular system with the highest level of confident probability.

*Key words:* heart rate, rhythmic type of heart rate, arrhythmic type of heart rate, arrhythmia peace, type of constitution, physical education, smoking, young age.

Ритм сердечных сокращений обеспечивает пульсирующий режим перемещения крови по сосудистой системе. Параметры ритма сердечных сокращений определяются рядом факторов как эндогенного, так и экзогенного характера [1, с. 186-188; 8]. *Эндогенные* факторы статичны, малоизменяемы. Например, индивидуальный *тип конституции* человека, который представляет собой генетически обусловленные мофо-функциональные особенности индивида, внешне проявляющиеся спецификой телосложения и физического развития [7, с. 174]. Состояние физического развития детей, подростков и юношей вызывает тревогу служб здравоохранения. По данным Минздравсоцразвития, за последнее десятилетие возросло число молодых людей с избытком и недостатком массы тела, то есть астенического и гиперстенического соматотипов. Известно, что как недостаток, так и избыток массы тела способствует более высокому уровню заболеваемости населения, в том числе болезнями сердечно-сосудистой системы [3, с. 73].

Каждый тип конституции имеет свои параметры работы сердечно-сосудистой системы, которые могут варьировать под воздействием более изменчивых *экзогенных факторов*. Среди них можно выделить *созидательные* факторы, способствующие сохранению и укреплению здоровья, а также *разрушающие* факторы, влияние которых негативно отражается на работе физиологических систем организма и состоянии здоровья человека в целом. В группе созидательных факторов наиболее значимой такой, как систематические занятия *физической культурой*. Считается, что систематические дозированные физические нагрузки укрепляют

сердечно-сосудистую систему, снижая риск развития острых сосудистых состояний и хронических заболеваний сосудистой системы. В связи с этим службы здравоохранения отмечают исключительно важную роль физической культуры и любительского спорта для укрепления здоровья населения [3, с. 72].

В группе факторов разрушающего характера один из наиболее значимых – это *курение*. В настоящее время курение приобрело масштабы массовой эпидемии. Эта пагубная привычка формируется во все более юном возрасте. В последние годы отмечается рост числа курильщиков и омоложение возраста начала курения: до 10–11 лет. В возрасте 20–25 лет курят до 75% мужчин и около 15% женщин [3, с. 489]. При этом молодые люди, как правило, не задумываются о значении курения для их здоровья, и не замечают его разрушительного влияния на собственный организм. Установлено, что курение снижает среднюю продолжительность жизни на 8–15 лет, приводя к преждевременной смерти и развитию грозных соматических заболеваний. Например, злокачественных новообразований органов дыхательной и пищеварительной систем, хронических заболеваний легких, сердца и сосудистой системы. Смертность курящих от этих причин на 70% превышает смертность некурящих. Причем смертность населения нашей страны от болезней сердечно-сосудистой системы составляет более 55% от всех причин смертности [3, с. 70, 489]. Результаты систематической физической активности и отказа от курения, равно как и последствия противоположного образа жизни, наиболее наглядно проявляются в зрелом возрасте. Однако возникает вопрос о том, как физическая культура и табакокурение отражается на состоянии здоровья и, в частности, на работе сердечно-сосудистой системы людей более молодого возраста.

С целью выявления значимости эндогенных (тип конституции) и экзогенных созидательных (занятия физической культурой) и разрушительных (курение) факторов на функции сердечно-сосудистой системы было проведено обследование 17–20-летних юно-

шей и девушек из числа студентов гуманитарных факультетов МГОУ. Были отобраны 85 человек, не занимающиеся профессиональными видами спорта, не имеющие хронических заболеваний, здоровые на момент обследования. С помощью бытового пальчикового пульсоксиметра (модель SHO-3002) в течение минуты у каждого испытуемого определялся ритм сердечных сокращений (пульс). Полученные сфигмограммы позволили разделить испытуемых по типу ритма сердечных сокращений (пульса) на две группы. В первую группу вошли лица с ритмичным типом сердечных сокращений (43 человека), вторую составили испытуемые с аритмией покоя (42 человека).

При выявлении значения типа конституции для функционирования сердечно-сосудистой системы индивида всех испытуемых по данным соматометрической оценки разделили на три классические соматотипические группы, согласно традиционно применяющейся в медицине классификации М.В. Черноруцкого (1925): 57% обследованных имели нормостенический тип конституции, 29% – гиперстенический и 14% – астенический соматотип. Статистические расчеты подтвердили достоверность зависимости ритма сердечных сокращений от типа конституции человека с вероятностью  $P > 0,95$  при 5% уровне значимости<sup>1</sup>. Сила влияния<sup>2</sup> данного фактора на параметры сердечного ритма составляет 55,37%. Ритмичный и аритмичный тип сердечных сокращений встречался во всех трех соматотипических группах (табл. 1). Причем у гиперстеников, независимо от их пристрастия к курению, обычно регистрировался аритмичный тип сокращений сердца. Это может свидетельствовать о неблагоприятном влиянии избыточной массы тела на работу сердечно-сосудистой системы лиц юношеского возраста.

Разделение обследованных на курящих и некурящих позволило отметить некоторые

<sup>1</sup> По результатам дисперсионного анализа неравномерных однофакторных комплексов:  $D_A = \sum [n(x_i - \bar{x})^2]$ .

<sup>2</sup> По формуле оценки силы влияния фактора (Плохинский, 1966, 1970):  $D_y = D_x - D_z$ .

особенности встречаемости ритмичного и аритмичного сердечного ритма в группах лиц с разным типом конституции. В частности, в группе некурящих ритмичный тип сердечных сокращений с высоким уровнем достоверной вероятности был обычен у лиц с нормостенической и астенической конституцией. В группе курящих у астеников отмечалась аритмия покоя. Распределение курящих с ритмичным и аритмичным сердечным ритмом в разных группах конституции не подтвердилось статистически, что может быть связано с недостаточным объемом выборки. Однако полученный фактический коэффициент сопряженности в группе курящих близок к стандартному для 10% уровня

значимости, что позволяет предполагать возможность подтверждения достоверности полученных результатов в группе курящих, при увеличении объема выборки.

Из представленных данных (табл. 1) видно, что курение представляет собой экзогенный фактор, оказывающий негативное влияние на работу сердечно-сосудистой системы, особенно лиц астенического соматотипа. Среди обследованных нами юношей и девушек 17–20-летнего возраста 68% оказались некурящими, остальные 32% имели стаж курения от 1 до 4 лет. При этом уже у лиц с двухлетним стажем курения аритмия покоя отмечалась значительно чаще (75% испытуемых), чем в группе некурящих молодых людей (50%

Таблица 1

**Встречаемость ритмичного и аритмичного типа сердечного ритма у курящих и некурящих молодых людей с разным типом конституции (% от общего числа обследованных в группе)**

Тип конституции \ Тип сердечного ритма	Астения	Нормостения	Гиперстения	Коэффициент сопряженности между типом конституции и типом сердечного ритма (по формуле Пирсона-Чупрова <sup>1</sup> )
<i>Сводные данные</i>				
Ритмичный	62,50	55,81	36,36	$X^2_{\phi} = 2,71$ $X^2_{st} = 4,60$
Аритмичный	37,50	44,19	63,64	
<i>Достоверность сопряженности</i>	$X^2_{\phi} < X^2_{st}$ для 10% уровня значимости, сопряженность между типом конституции и типом сердечного ритма не подтверждается, распределение может быть случайным			
<i>Некурящие</i>				
Ритмичный	71,43	55,88	35,29	$X^2_{\phi} = 8,21$ $X^2_{st} = 7,82$
Аритмичный	28,57	44,12	64,71	
<i>Достоверность сопряженности</i>	$X^2_{\phi} > X^2_{st}$ для 2% уровня значимости, сопряженность между типом конституции и типом сердечного ритма подтверждается с высоким уровнем доверительной вероятности ( $P > 0,98$ )			
<i>Курящие</i>				
Ритмичный	0,00	55,56	40,00	$X^2_{\phi} = 2,10$ $X^2_{st} = 2,71$
Аритмичный	100,00	44,44	60,00	
<i>Достоверность сопряженности</i>	$X^2_{\phi} < X^2_{st}$ для 10% уровня значимости, сопряженность между типом конституции и типом сердечного ритма не подтверждается, распределение может быть случайным			

<sup>1</sup> Коэффициент взаимной сопряженности по формуле К. Пирсона-А. Чупрова:  $K = \sqrt{(X^2 / (n * \sqrt{((m_x - 1) * (m_y - 1))}))}$ .

испытуемых). По данным статистического анализа, такой фактор, как курение определяет ритм сердечных сокращений на 83,78% с высоким уровнем достоверной вероятности ( $P > 0,99$  при 1% уровне значимости).

Для оценки значимости такого экзогенного фактора, как занятия физической культурой (физическая тренированность) был проведен анкетный опрос испытуемых. По результатам опроса все обследованные были разделены на группы физической тренированности. Первую группу составили *спортсмены-любители* – лица, занимающиеся любительским видом спорта или фитнесом (13% от числа обследованных). Во вторую группу вошли *физкультурники* – лица, регулярно занимающиеся физкультурой в соответствии с расписанием учебных занятий (35%). Третья группа объединила так называемых *условных физкультурников*, то есть молодых людей, занимающихся физической культурой нерегулярно (реже 1 занятия в неделю) или с большими перерывами между регулярными циклами (38%). Четвертая группа составлена из *детренированных* лиц, не занимающихся

физической культурой (14%).

Зависимость сердечного ритма от физической тренированности человека статистически подтверждается с вероятностью  $P > 0,95$ , для 5% уровня значимости. Сила влияния фактора физической тренированности на функции сердечно-сосудистой системы составляет в среднем 46,8%. Ритмичный тип сердечных сокращений (пульс) был обычен только для спортсменов-любителей (рис. 1). В других группах физической тренированности чаще регистрировался аритмичный тип сердечного ритма. Это свидетельствует о том, что для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы в юношеском возрасте важны регулярные занятия физической культурой в объеме большем, чем обязательные занятия в учебном заведении. Средние показатели ритма сердечных сокращений у курящих и некурящих молодых людей из разных групп физической тренированности неодинаковы (табл. 2). По мере повышения уровня физической тренированности, ритм сердечных сокращений в среднем уменьшается. Исключение составляет груп-

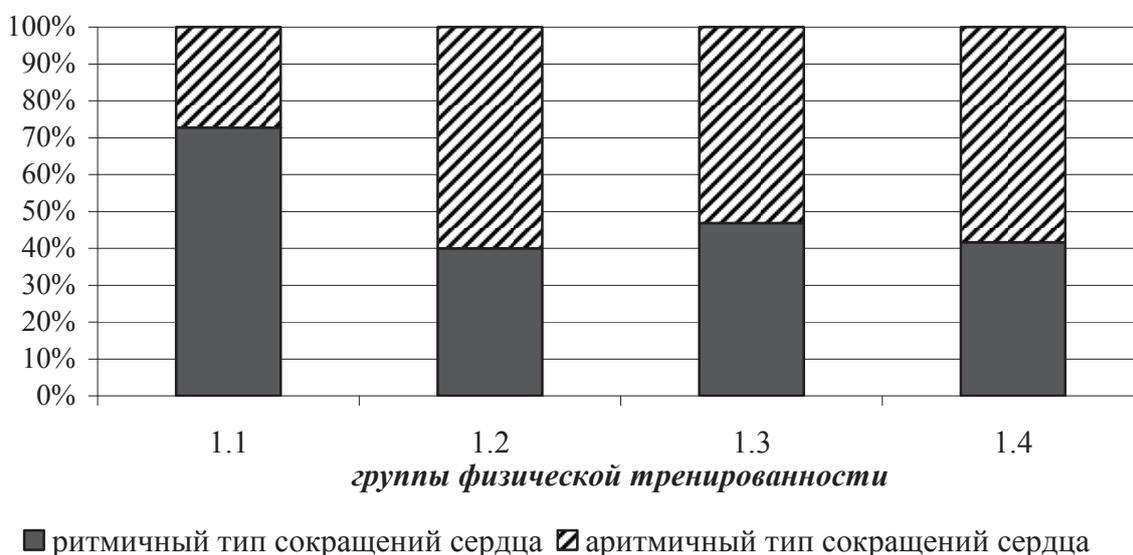


Рис. 1. Доля лиц с ритмичным и аритмичным типом ритма сердечных сокращений в разных группах физической тренированности (% от числа обследованных в данной группе физической тренированности)  
 Группы физической тренированности: 1.1 – спортсмены-любители; 1.2 – физкультурники; 1.3 – условные физкультурники; 1.4 – детренированные.

па детренированных молодых людей. В этой группе диапазон варьирования параметров ритма сердечных сокращений оказался наименьшим, по сравнению с другими группами. Это может свидетельствовать о наименьшей variability данного признака у детренированных лиц. Кроме того, вызывает опасение состояние сердечно-сосудистой системы детренированных людей в условиях физического напряжения, так как адаптационные возможности сосудов и сердца у них могут быть недостаточными. Тем не менее средние данные ритма сердца у детренированных близки к показателям в группе 1.2 – физкультурники.

Отмечена также статистически достоверная разница между средними показателями ритма сердечных сокращений у некурящих и курящих лиц, имеющих сходную физическую тренированность. Ритм сердца в среднем выше у курящих, по сравнению с некурящими из той же группы физической трениро-

ванности (табл. 2). Вероятно, это связано с физиологической адаптацией сердечно-сосудистой системы курильщиков к недостатку кислорода и пониженному газообмену. Повышая скорость кровотока, организм стремится снизить уровень кислородного голодания тканей за счет увеличения скорости легочного и тканевого газообмена. Исключение наблюдается в группе спортсменов-любителей. Ритм сердца спортсменов в группе курящих в среднем реже, чем в группе некурящих, и приближается к физиологическому минимуму. Это может свидетельствовать о лучшей физической тренированности спортсменов-любителей из числа курящих, по сравнению с некурящими, так как известно, что у хорошо тренированных людей параметры сердечного ритма могут быть ниже среднестатистической физиологической нормы [1, с. 158-159; 6, с.329].

Как видим, параметры ритма сердечных сокращений с высокой статистической до-

Таблица 2

**Средние показатели ритма сердечных сокращений у некурящих и курящих лиц юношеского возраста в разных группах физической тренированности**

Некурящие				Курящие				Статистическая достоверность разницы средних показателей ритма сердца (t-распределение Стьюдента <sup>1</sup> )	
лимиты		среднее (уд./мин)	среднее квадратическое отклонение	лимиты		среднее (уд./мин)	среднее квадратическое отклонение	уровень достоверной вероятности (P)	уровень значимости (%)
мин	макс			мин	макс				
<b>Группа физической тренированности – 1.1. – Спортсмены-любители</b>									
56	113	<b>82,44</b>	± 17,66	61	95	<b>62,08</b>	± 14,15	0,999	0,1
<b>Группа физической тренированности – 1.2. – Физкультурники</b>									
56	129	<b>84,60</b>	± 17,31	77	96	<b>91,00</b>	± 5,59	0,99	1
<b>Группа физической тренированности – 1.3. – Условные физкультурники</b>									
59	133	<b>88,08</b>	± 16,84	80	120	<b>101,38</b>	± 13,01	0,999	0,1
<b>Группа физической тренированности – 1.4. – Детренированные</b>									
73	90	<b>84,17</b>	± 5,81	85	94	<b>89,20</b>	± 4,09	0,95	0,5

<sup>1</sup> t –распределение Стьюдента с числом степеней свободы R=n<sub>1</sub>+n<sub>2</sub>-2, вычисляется по формуле: t=(x<sub>1</sub>-x<sub>2</sub>)/(S<sub>x1-x2</sub>)

стоверностью определяются рядом факторов эндогенной и экзогенной природы, которые имеют достаточную силу влияния на ритм сердечно-сосудистой системы (табл. 3). Если провести рейтинг показателей силы влияния выбранных факторов на динамику сердечного ритма у лиц юношеского возраста, то на первое место с явным преимуществом выходит пристрастие к табакокурению. Негативные изменения в показателях ритма сердечных сокращений и насыщении тканей кислородом у 17–20-летних молодых людей со стажем курения не более 4 лет рассмотрены нами в другом исследовании [2]. Здесь же следует заметить, что из факторов, наиболее значимых для показателей ритма сердечно-сосудистой системы, имеющих силу влияния более 50%, только пристрастие к курению зависит от осознанной воли человека. Следовательно, добровольный отказ от курения – экзогенного фактора, наиболее значимого для работы сердечно-сосудистой системы, имеющего исключительно негативное влияние на деятельность сердца и сосудов, может стать важным шагом к сохранению здоровья уже в юношеском возрасте. С другой стороны, физически активный образ жизни, систематические занятия физической культурой и любительскими видами спорта повышают тренированность сердечно-сосудистой системы и ее устойчивость к стрессовым воздействиям. Занятия физической культурой укрепляют сердце и сосуды, снижая риск развития социально значимых хронических заболеваний, занимающих первые позиции в структуре заболеваемости населения: ише-

мической болезни сердца, гипертензии, инфарктов и инсультов.

Физиологи отмечают чрезвычайную легкость формирования у человека вредных привычек, которые, по своей сути, являются извращенными биологическими (физиологически обусловленными) потребностями [5, с. 650–652]. При этом удовлетворение патологических потребностей обычно сопровождается положительными эмоциями, усиливающими эффект от полученного результата [4]. Правильные, берегающие здоровье формы поведения выработать гораздо труднее, так как они базируются на более зрелых, приобретаемых в процессе воспитания социальных потребностях [6]. Требуется в 2-3 раза больше времени для формирования потребности в укрепляющем здоровье поведении, например, в систематических занятиях физической культурой. При этом даже незначительный перерыв в спортивных занятиях приводит к резкому снижению мотивации к физическим нагрузкам и отказу от физически активного образа жизни.

Понимание мотивационных механизмов здорового образа жизни необходимо каждому, кто работает с детьми и подростками. Так как только выработанный с раннего детского возраста динамический стереотип берегающего поведения здоровье (регулярные занятия физической культурой, отказ от курения и прочих вредных привычек) приобретает физиологически обусловленный мотивационный характер и позволяет человеку сохранять и укреплять свое здоровье с раннего возраста и в течение всей жизни.

Таблица 3

**Сила влияния разных факторов на ритм сердечных сокращений у лиц юношеского возраста**

№ п/п	Фактор	Сила влияния фактора (%)	Уровень достоверной вероятности (P)	Уровень значимости (%)
1	Тип конституции человека	55,37	0,95	5
2	Пристрастие к табакокурению	83,78	0,99	1
3	Физическая тренированность	46,80	0,95	5

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гайтон А.К., Холл Дж.Э. Медицинская физиология. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.
2. Молоканова Ю.П. Курение как фактор, влияющий на пульсовую динамику сердечно-сосудистой системы и насыщение тканей организма кислородом // Материалы VII междунар. науч.-практич. интернет-конф. «Проблемы и перспективы развития науки в начале третьего тысячелетия в странах СНГ», 29-31 января 2013 г. – Переяславль-Хмельницкий: Переяславль-Хмельницкий гос. пед. ун-т им. Г. Сковороды, 2013. – С. 6–8.
3. Общественное здоровье и здравоохранение / под ред. В.А. Миняева, Н.И. Вишнякова. – 4-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 528 с.
4. Симонов П.В. Избранные труды: в 2-х т. Т.1: Мозг, эмоции, потребности, поведение / под ред. И.А. Шевелева. – М.: Наука, – 2004. – 437 с.
5. Судаков К.В. Нормальная физиология. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 920 с.
6. Судаков К.В. Физиология мотиваций. – М.: Интертех. – 1990. – 64 с.
7. Хрисанфова Е.Н., Перевозчиков И.В. Антропология. – 4-е изд. – М.: МГУ; Наука, 2005. – 400 с.
8. Hall J.E. Integration and regulation of cardiovascular function // American Journal of Physiology. Advances in Physiology Education. – 1999 (Dec.). – V. 22 (№1). – P. 174–86.

УДК 581.95

**Попович А.В.**

Московский государственный областной университет

**НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ  
НОВОРОССИЙСКОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЙОНА  
(СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)**

**A. Popovich**

Moscow State Regional University

**NEW AND RARE SPECIES OF VASCULAR PLANTS OF THE NOVOROSSYISK  
FLORISTICAL REGION (THE NORTHWEST CAUCASUS)**

**Аннотация.** Автором приведены сведения о новых и редких видах сосудистых растений во флоре района, включенных в Красные книги РФ и Краснодарского края. Впервые для района отмечено 9 видов; подтверждено произрастание 6 видов, не отмечавшихся в районе более 70 лет; описаны новые местонахождения 12 краснокнижных видов растений.

**Ключевые слова:** местонахождение, редкий вид, Красная книга, флора, популяция.

**Abstract.** We report new and rare species of vascular plants of the Novorossyisk floristical region of the Northwest Caucasus, including Red Data books of Russian Federation and Krasnodar krai. For the first time, nine species are found in the region, growth of six species not observed on the territory for more than 70 years is confirmed, and new locations of twelve species of plants listed in the Red Data books are described.

**Key words:** location, rare species, Red Data book, flora, population.

Автором ведется изучение флоры Новороссийского флористического района (НФР) Северо-Западного Кавказа (СЗК), находящегося в Анапском, Новороссийском и Геленджикском районах Краснодарского края. НФР по районированию “Конспекта Флоры Кавказа” (2003-2008) соответствует территории Северо-Западного Закавказья (СЗЗ): Анапо-Геленджикский район. Сборы сделаны А. Попович (А.П.), Н. Доном (Н.Д.) в период проведения полевых исследований 2009-2012 гг. Особо редкие виды фотографировались, и делалась GPS-привязка их местонахождения. Гербарные материалы хранятся в Гербарии им. Д.П. Сырейщикова (MW).

*Asplenium ruta-muraria* L.: Краснодарский край (КК), 44°42'13" с.ш., 37°52'64" в.д.; 44°42'13" с.ш., 37°52'70" в.д., Новороссийский р-н, хребет Маркотх, щель над академией МВД, можжевеловое редколесье, на скалистых выступах. Отмечено 64 генеративных растения (03.XII.2011, А.П., фото). Новый вид для НФР, самая северная популяция на Северо-Западном Кавказе. Ближайшее местонахождение – междуречье Джанхот-Джубга [3].

*Scirpus triqueter* L.: 1) КК, Новороссийский р-н, в окрестности пос. Кирилловка, придорожная кювета. В массе. 08.VIII.2012, А.П., определил А.С. Зернов (MW); 2) КК, Новороссийск, Суджукская лагуна, галечный берег. Редко (12.VIII.2012, А.П. (MW). Новый вид для НФР. Ближайшее местонахождение – окрестности пос. Греческий Туапсинского района [3]. Также этот вид отмечен в низовьях реки Кубани у Темрюка [6].

*Ornithogalum flavescens* Lam.: КК, Новороссийский р-н, в окрестности пос. Глебовка, на щебнистом склоне (19.V.2010, А.П., Н.Д. (MW, фото). Новый вид для НФР. Ближайшее местонахождение – на Таманском п-ове [1; 4].

*Bellevalia speciosa* Woronow ex Grossh.: КК, 44°50'74" с.ш., 37°35'53" в.д., Новороссийский р-н, в окрестностях станицы Раевской, остепнённый луг вблизи влажного ясеневого леса: крупная популяция, до 650 растений (08.V.2011, Н.Д., А.П. (MW, фото). Редкий вид, известный в НФР только из окрестности Суджукской лагуны [3]. Указывался Флёровым для Анапы [19]. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Muscari armeniacum* Leichtl. ex Baker.: КК, Новороссийский р-н, в окрестности пос. Мысхако, в шибляке: отмечено 150 генеративных растений (23.IV.2011, А.П., подтвердил А.С. Зернов (MW, фото). – Новый вид для НФР. Ближайшее местонахождение – Туапсе-Адлерский район [15].

*Muscari comosum* Miller.: КК, 44°46'07" с.ш., 37°34'42" в.д., Новороссийский р-н, Абрауский п-ов, долина реки Дюрсо, обочина тропы, луг: отмечено 5 генеративных растений (11.VI.2011, А.П. (MW). Ранее в этом местоположении нами отмечалось 3 генеративных растения [5].

*Leucojum aestivum* L.: 1) КК, 44°50'76" с.ш., 37°35'71" в.д.; Новороссийский р-н, в окрестностях станицы Раевской, влажный ясеневый лес. Крупная популяция, до 1000 генеративных растений (08.V.2011, Н.Д., А.П. (наблюдение, фото); 2) Там же, 44°50'82" с.ш., 37°35'45" в.д. 03 VII 2011, А.П. (наблюдение). Редкий вид, известный в НФР только из нескольких местообитаний: город Геленджик, Тонкий мыс [3]; Новороссийск, Цемесская роща и Суджукская лагуна [13; 19]. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Cephalanthera cucullata* Boiss. et Heldr. ex Reichenb. fil.: КК, 44°42'49" с.ш., 37°37'94" в.д.; 44°42'63" с.ш., 37°37'78" в.д.; 44°42'96" с.ш., 37°37'19" в.д., Новороссийский р-н, Абрауский п-ов, окрестности хут. Камчатка, дубово-грабинниковое редколесье, отмечено 11 генеративных растений (24.V.2011, А.П. (MW, фото). Ранее в этом районе были отмечены 25 генеративных растений (16.V.2009, А.П.). Редкий вид для НФР. В России встречается только на территории от Анапы до пос. Бжид [3]. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Coeloglossum viride* (L.) C.Hartm.: 1) КК, Новороссийский р-н, между хут. Семигорский и хут. Ленинский Путь, хребет над трассой пос. Верхнебаканский-станция Натухаевская, послелесной луг, отмечено 20 генеративных растений (23.V. 2010, Н.Д., А.П. (MW, фото); 2) КК, 44°50'32" с.ш., 37°36'17" в.д. Новороссийский р-н, между станицей Раевской и пос. Убых, влажный луг, отмечено одно генеративное растение (04.VI.2011, Н.Д., А.П. (наблюдение). Чрезвычайно редкий вид для НФР, ближайшее местонахождение Геленджикский р-н, северный склон горы Тхаб [3]. По НФР указывался Флеровыми [19]. Включён в Красную книгу Краснодарского края [11].

*Dactylorhiza urvilleana* H.Baumann et Kuhnke: 1) КК, 44°50'82" с.ш., 37°35'51" в.д. Новороссийский р-н, окрестности станицы Раевской, сырой ясеневый лес. Популяция, 90 генеративных растений (03.VII.2011, А.П. (наблюдение, фото); 2) КК, Новороссийский р-н, хр. Маркотх, гора Квашин Бугор, северо-восточная экспозиция, буково-грабовый лес с подлеском из *Staphylea pinnata* L., отмечено 10 генеративных растений (31.V. 2009, А.П., Н.Д. (наблюдение, фото); 3) КК, Новороссийск, Цемесская роща, заболоченный ясеневый лес, отмечено два генеративных растения (21. V.2010, А.П. (наблюдение). Довольно редкий вид на территории НФР. Ранее отмечался рядом ученых на Маркотхском хребте. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Eriopactis microphylla* Sw.: 1) КК, 44°50'96" с.ш., 37°41'21" в.д., Новороссийский р-н, окрестности пос. Верхнебаканский, ущелье, тенистый лиственный лес, у ручья (01. VI.2011, О. и А. Семёновы, А.П. (наблюдение, фото); 2) КК, 44°47'67" с.ш., 37°30'40" в.д., Новороссийский р-н, Абрауский п-ов, хребет Семисан, щель Тупольная, тенистый лиственный лес, у ручья (10.VI.2012, А.П. (наблюдение, фото). Чрезвычайно редкий вид для НФР, на территории РФ известен из трех местоположений, вдоль Черноморского побережья [7].

*Himantoglossum caprinum* (Bieb.) C.Koch: 1) КК, 44°46'50" с.ш., 37°34'82" в.д.; 44°46'50"

с.ш., 37°34'85" в.д.; 44°46'79" с.ш., 37°34'93" в.д., Новороссийский р-н, долина реки Дюрсо, примыкающий к долине реки склон горы с ксерофитной растительностью, 7 вегетирующих растений (06. III.2011, А.П., Н.Д. (определение проверено во время цветения 11.VI.2011)); 2) КК, 44°46'08" с.ш., 37°34'43" в.д., Новороссийский р-н, долина реки Дюрсо, обочина заброшенной дороги, два растения (06.VI.2010, А.П.); 3) КК, 44°46'80" с.ш., 37°34'94" в.д., Новороссийский р-н, верховья реки Дюрсо, в кустарнике, 10 вегетирующих растений (06.III.2011, А.П. (наблюдение, фото)); 4) КК, 44°45'24" с.ш., 37°34'36" в.д., Новороссийский р-н, долина реки Дюрсо, обочина проселочной дороги у виноградника, одно генеративное растение (06.VI.2010, А.П.); 5) КК, 44°44'03" с.ш., 37°50'25" в.д., город Новороссийск, окрестности цемзавода "Октябрь", травяной склон, одно вегетирующее растение (02.V.2011, А.П.); 6) КК, 44°41'37" с.ш., 37°55'11" в.д., Геленджикский р-н, хребет Маркотх, отрог горы Совхозной, над Трубецкой щелью, в кустарнике, состоящем из *Jasminum fruticans* L., 32 генеративных растения (13.VI.2009, А.П. (наблюдение, фото)); 7) КК, 44°41'06" с.ш., 37°55'50" в.д., Геленджикский р-н, хребет Маркотх, отрог горы Совхозной, между щелями Красная и Трубецкая, юго-западная экспозиция, остепненные участки в можжевельном редколесье, 34 плодоносящих растения (27.VII.2009, А.П. (наблюдение, фото)); 8) КК, 44°41'22" с.ш., 37°57'01" в.д., Геленджикский р-н, хребет Маркотх, гора Безумная, восточная экспозиция, над перевалом Кабардинский, горная степь, 5 вегетирующих растений (24.IV.2010, А.П. (наблюдение, фото)); 9) КК, 44°41'75" с.ш., 37°55'89" в.д., Геленджикский р-н, хребет Маркотх, гора Совхозная, юго-восточная экспозиция, горная жасминово-типчакковая степь, на 100 м<sup>2</sup> отмечено 99 генеративных растений (13.VI.2010, А.П. (наблюдение, фото)); 10) КК, 44°50'97" с.ш., 37°41'12" в.д., Новороссийский р-н, окрестности пос. Верхнебаканский, неподалеку от верхнебаканского лесничества, до 100 генеративных растений (01.VI.2011, А.П. (наблюдение, фото)). Чрезвычайно редкий вид.

Кроме СЗК, в России этот вид не отмечен. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Ophrys apifera* Huds.: 1) КК, 44°43'57" с.ш., 37°33'71" в.д., Новороссийский р-н, Абрауский п-ов, долина реки Дюрсо, окрестности Абрауского лесничества, заброшенная дорога, три генеративных растения (08.VI.2011, А.П. (наблюдение)); 2) КК, 44°50'32" с.ш., 37°36'15" в.д., Новороссийский р-н, между станцией Раевская и пос. Убых, луг, обочина заброшенной дороги, два генеративных растения (04.VI.2011, Н.Д., А.П. (наблюдение)); 3) КК, 44°40'86" с.ш., 37°47'85" в.д.; 44°40'95" с.ш., 37°47'89" в.д., Новороссийск, луг у ручья, впадающего в Суджукскую лагуну, отмечено 57 генеративных растений на 100 м<sup>2</sup> (06.VI.2009, А.П. (наблюдение, фото)); 07.VI.2011, А.П. в этом же районе зафиксировано 92 генеративных растения (MW); 4) КК, Новороссийский р-н, гора Колдун, окрестности пос. Балка, дубово-можжевельное редколесье, одно генеративное растение (07.VI. 2009, А.П. (наблюдение, фото)); 5) КК, город Новороссийск, между пос. Южная Озерейка и озером Лиманчик, остепненный обрывистый, приморский склон, два генеративных растения (30.V.2009, А.П. (наблюдение, фото)). Чрезвычайно редкий вид как для НФР, так и для СЗК в целом. На территории НФР ранее отмечался: село Борисово в окрестности города Геленджика [3, с. 36], хр. Маркотх между городом Новороссийском и посёлком Кабардинка [18]. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Orchis palustris* Jacq. s.l.: КК, 44°48'88" с.ш., 37°26'55" в.д., Новороссийский р-н, водохранилища у посёлка Сукко, луг (09.VI.2012, А.П. (фото)). На площади 100 м<sup>2</sup> отмечено 461 генеративное растение. Чрезвычайно редкий вид как для НФР, так и для СЗК в целом. На территории НФР известен из Геленджика и Новороссийска [3]. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Orchis ustulata* L.: КК, 44°48'54" с.ш., 37°42'32" в.д., Новороссийский р-н, хребет Маркотх, над пос. Гайдук, в окрестности карьера цемзавода "Атакайцемент", послелесной луг, два генеративных растения (19.V.2011, А.П. (MW, фото)). Чрезвычайно редкий вид

для СЗК в целом. На территории НФР известен по одному неясному экземпляру из окр. города Новороссийска, на территории совхоза «Мысхако» (07.VI.1936, ролик [3]); указывается Флеровыми [19] для окрестностей озера Абрау. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Herniaria incana* Lam.: КК, Новороссийский р-н, окрестности пос. Убых, каменистый склон (16.VI.2009, Н.Д., А.П. (MW, фото)). Чрезвычайно редкий вид для НФР. Известен из района НФР по многочисленным старым сборам [3].

*Corydalis paczoskii* N.Busch.: 1) КК, Новороссийский р-н, долина реки Дюрсо, в окрестности Абрауского лесничества, влажный лес у проселочной дороги (02.IV.2011, А.П. (MW, фото)); 2) КК, Новороссийский р-н, Абрауский п-ов, гора Орёл, дубовый лес, изредка (02.IV.2011, А.П. (наблюдение, фото)); 3) КК, Новороссийский р-н, в окрестности озера Лиманчик, дубовое редколесье, редко (21.III.2010, А.П. (наблюдение, фото)); 4) КК, 44°49'58" с.ш., 37°30'82" в.д.; 44°49'41" с.ш., 37°30'28" в.д.; 44°49'22" с.ш., 37°30'49" в.д., Новороссийский р-н, окрестности станицы Раевской, хребет Семисан, гора Беда, на границе дубово-грабового леса и открытого травяного склона, изредка (07.IV.2012, А.П. (наблюдение, фото)). Редкий вид для НФР. Кроме НФР, в России этот вид не отмечен. Впервые найден в окрестности мыса Большой Утриш (20.IV.1996, Д. Анискин, А. Шариков [3]).

*Hedysarum candidum* M.Bieb.: 1) КК, 44°48'77" с.ш., 37°29'83" в.д., Новороссийский р-н, окрестности станицы Раевской, хребет Семисан, гора Беда, юго-западная экспозиция, щебнистый склон, 7 растений (10.VI.2012, А.П. (наблюдение)); 2) КК, 44°42'77" с.ш., 37°37'4673" в.д., Новороссийский р-н, окрестности хут. Камчатка, над водохранилищем, щебнистые поляны в шибляке. Отмечено 727 разновозрастных растений на площади 50 м<sup>2</sup> (наблюдение, фото). Редкий вид для НФР. В России встречается только на территории от Анапы до посёлка Джубга [3]. Включён в Красную книгу РФ [10].

*Euphorbia nutans* Lagasca: КК, Новороссийский р-н, в окрестности озера Лиманчик,

обочина тропы у пансионата «Звёздный» (09.IX.2012, А.П. (MW, фото)). Новый вид для НФР. Ближайшее местонахождение этого адвентивного вида – окрестности пос. Михайловский Перевал и в окрестности Туапсе [3].

*Hypericum maleevii* A.Zernov et A.Jelen.: 1) КК, 44°33'31" с.ш., 38°15'01" в.д., Геленджикский р-н, в окрестности пос. Возрождение, долина реки Жене, у дольменов, дубово-грабовый лес, 12 генеративных особей (27.VII.2009 – А.П. (MW, фото)); 2) КК, 44°36'80" с.ш., 38°05'94" в.д., Геленджикский р-н, северный отрог хр. Маркотх в окрестности пос. Адербиевка, осветленный дубово-грабовый лес (21.VII.2012 – А.П. (наблюдение, фото)). Эндемичный чрезвычайно редкий вид. Включён в Красную книгу РФ под названием *Hypericum montbretii* Spach [10].

*Hypericum tetrapterum* Fries.: КК, Новороссийский р-н, Абрауский п-ов, хребет Семисан, щель Тупольная, у ручья (10.VI.2012, А.П. (MW)). Новый вид для НФР. Ближайшее местонахождение – в Абинском и Туапсе-Адлерском районах, на горных лугах [4].

*Nonea pulla* (L.) DC. s.l.: КК, 44°41'08" с.ш., 37°47'94" в.д., Новороссийск, травяной склон у берега Суджукской лагуны, 5 генеративных растений (07.V.2011, А.П. (MW)). Чрезвычайно редкий вид для НФР. На территории НФР вид известен по одному экземпляру из окрестностей Анапы (26.IV.1908, Н.А. и Е.А. Буш [3]).

*Scutellaria hastifolia* L.: 1) КК, 44°50'80" с.ш., 37°35'21" в.д., Новороссийский р-н, окрестности станицы Раевская, заболоченная поляна в ясеневом лесу, два генеративных растения (03.VII.2011, А.П. (MW)); 2) КК, Новороссийский р-н, Раевский танкодром, водохранилище «Солдатское», заболоченный берег (16.VI.2009, Н.Д., А.П. (наблюдение, фото)). Редкий вид для НФР. Впервые отмечен для НФР Серёгиным и Суловой у озера Сухой Лиман [17].

*Veronica triphyllus* L.: КК, Новороссийский р-н, между хребтом Семисан и станицей Раевская, заброшенные с/х угодья (07.IV.2012, А.П. (MW)). Новый вид для СЗЗ. Приводился Гроссгеймом для Черкессии [2] и Косенко, «от

Прикубанья до предгорий, без Причерноморья» [9].

*Campanula rapunculus* L. subsp. *lambertiana* Rech. fil.: КК, Новороссийский р-н, долина реки Дюрсо, окрестности водохранилища, влажный луг, одно генеративное растение (06.VI.2010, А.П. (MW, фото). Чрезвычайно редкий вид для НФР. На территории НФР известен по двум экземплярам с Маркотхского хребта, найденным Голиковой и Алексеевым в 1937 г. [3].

*Centaurea vicina* Lipsky: КК, Новороссийский р-н, Тоннельские горы, над железнодорожным тоннелем (25.IX.2011. А.П. (MW, фото). Локальный эндем, чрезвычайно редкий вид. Михеев включил этот вид в подвид *Centaurea ovina* Willd. subsp. *caprina* (Steven) Mikheev [14]. Найденное мною растение отличается от гербарных образцов *Centaurea ovina* Pall. ex Willd. (MW), а гербарный образец, собранный А. Зерновым (MW) и определенный им как *C. vicina*, полностью совпадает с ним. В связи с этим мы принимаем *Centaurea vicina* Lipsky как отдельный таксон.

*Gnaphalium rossicum* Kirp.: КК, Новороссийский р-н, окрестности водохранилища у пос. Сукко, периодически подтопляемый прибрежный луг (21.X.2012, А.П. (MW, фото). Новый вид для НФР. Ближайшее местонахождение – Западное Предкавказье и Западный Кавказ [20].

*Scorzonera lachnostegia* (Woronow) Lipsch. [*Podospermum lachnostegium* Woronow]: КК, 44°47'21" с.ш., 37°22'79" в.д., 44°47'48" с.ш., 37°22'74" в.д., Анапский р-н, окрестности пос. Сукко, гора Экономическая, приморские остепненные склоны, до 20 генеративных растений (29.IV.2012. А.П., определен А.С. Зерновым (MW). Новый вид для флоры НФР. Ближайшее местонахождение – на Таманском п-ове [4]. Включён в Красную книгу Краснодарского края [12].

*Taraxacum thracicum* Soest.: 1) КК, 44°46'63" с.ш., 37°43'85" в.д., Новороссийский р-н, хребет Маркотх, в окрестности пос. Кирилловка, в кустарнике, 20 генеративных растений (06.V.2012. А.П. (MW); 2) КК, 44°38'60" с.ш., 38°00'70" в.д., Геленджикский р-н, в окрест-

ности пос. Виноградное, хр. Маркотх, в кустарнике, 16 генеративных растений (07.V.2012. А.П. (MW, фото). Редкий вид для НФР. До последнего времени этот одуванчик не указывался для флоры России и лишь недавно приведён для Черноморского побережья. Впервые был отмечен в устье Лобановой щели, в окрестностях Малого Утриша [8].

*Tragopogon tuberosus* C.Koch: 1) КК, Новороссийский р-н, хребет Маркотх, в окрестности цемзавода «Атакайцемент» у ж/д путей, поляна в шибляке (19.V.2011, три генеративных растения. А.П. (MW); 2) КК, 44°46'63" с.ш., 37°43'85" в.д., Новороссийский р-н, в окрестности пос. Кирилловка, хр. Маркотх, в кустарнике (06.V.2012. А.П. (MW); 3) КК, 44°47'29" с.ш., 37°22'73" в.д., Анапский р-н, в окрестности пос. Сукко, гора Экономическая, приморский остепненный склон, в кустарнике (29.IV.2012. А.П. (MW); 4) КК, 44°38'60" с.ш., 38°00'70" в.д., Геленджикский р-н, хребет Маркотх, в окрестности пос. Виноградное, в кустарнике, два генеративных растения (07.V.2012. А.П. (MW). Чрезвычайно редкий вид для СЗК в целом. По НФР известен один экземпляр, собранный Н.А. и Е.А. Буш в 1907 г. с хребта Навагир [3].

Автор выражает благодарность А.С. Зернову за поддержку и помощь в определении некоторых видов растений, за участие и помощь в исследованиях Н.А. Дону, В.А. Голубитченко, М.В. Лучкину, С.В. Кошевскому, О.Е. Семёновой и А. Семенову.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Агапова Н.Д. Род *Ornithogalum* L. // Конспект Флоры Кавказа: в 3-х т. Т. 2. – СПб.: СПбГУ, 2006. – С. 119–125.
2. Гроссгейм А.А. Флора Кавказа. Т.7. Umbelliferae-Scrophulariaceae. – 2-е перераб. и доп. изд / отв. редактор Федоров А.А. – Л.: Наука, 1967. – 894 с.
3. Зернов А.С. Растения Северо-Западного Закавказья. – М.: МПГУ, 2000. – 130 с.
4. Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. – 664 с.
5. Зернов А.С., Дон Н.А., Попович А.В. Новые и редкие виды Флоры Западного Кавказа // Бюл. МОИП. Отд. Биол. – 2012. – Т. 117 (вып. 3). – С. 76–77.
6. Егорова Т.В. Род *Schoenoplectus* (Reichenb.) Palla (*Syragaceae*) // Конспект Флоры Кавказа: в 3-х т. Т. 2. – СПб.: СПбГУ, 2006. – С. 186–189.
7. Ефимов П.Г. Род *Epipactis* Zinn (Orchidaceae) на терри-

- тории России // Turczaninowia. – 2004. – Т. 7 (№ 3). – С. 8–42.
8. Кожин М.Н., Серёгин А.П. Четыре новых вида для флоры России из окрестностей Малого Утриша (Краснодарский край) // Бот. журн. – 2011. – Т. 96 (№ 8). – С. 1258–1266.
  9. Косенко И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. – М.: Колос, 1970. – 614 с.
  10. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / сост. Р.В. Камелин и др.. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. – 856 с.
  11. Литвинская С.А. *Coeloglossum viride* – Пололепестник зеленый // Красная книга Краснодарского края (растения и грибы). – 2-е изд. – Краснодар: ООО «Дизайн Бюро № 1», 2007. – С. 378–379.
  12. Литвинская С.А., Постарнак Ю.А. *Scorzonera lachnostegia* – Козелец косматообёртковый // Красная книга Краснодарского края (растения и грибы). – 2-е изд. – Краснодар: ООО «Дизайн Бюро №1», 2007. – С. 319–320.
  13. Малеев В.П. Растительность района Новороссийск-Михайловский перевал и её отношение к Крыму // Труды (Никитский опытный ботанический сад). – Ялта: Никит. бот. сад, 1931. – Т. 13. (вып.2). – С. 71–174.
  14. Михеев А.Д. Обзор видов рода *Centaurea* (Asteraceae) Флоры Кавказа. 2. Подроды *Lopholoma* – *Tetramorphaea* // Бот. журн. – 2000. – Т. 85 (№ 3). – С. 119.
  15. Мордак Е.В. Род *Muscari* Mill. // Конспект Флоры Кавказа: в 3-х т. Т. 2. – СПб.: СПбГУ, 2006. – С. 134–140.
  16. Серёгин А.П., Кожин М.Н. Дополнения к флоре Северо-Западного Кавказа: сообщ. 2 // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2011. – Т. 116 (вып. 3). – С. 70–71.
  17. Серёгин А.П., Сулова Е.Г. Флора сосудистых растений окрестностей пос. Малый Утриш // Ландшафтное и биологическое разнообразие Северо-Западного Кавказа. – М.: МГУ, 2007. – С. 104–174.
  18. Тимухин И.Н., Туниев Б.С. *Ophrys apifera* – Офрис пчелоносная // Красная книга Краснодарского края (растения и грибы). – 2-е изд. – Краснодар: ООО «Дизайн Бюро № 1», 2007. – С.401–402.
  19. Флёров А.Ф., Флёров В.А. Растительность Северо-Черноморского побережья Кавказа. 1. Растительность полуострова Абрау и побережья Анапа-Новороссийск // Тр. Сев.-Кавказ. ассоц. науч.-исслед. ин-тов. – 1926. – № 8. – С. 1–94.
  20. Цвелёв Н.Н. Род *Gnaphalium* // Конспект Флоры Кавказа: в 3-х т. Т. 3 (ч. 1). – СПб.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. – С. 184.

УДК 579.222.3+579.262+579.64

**Рузиева Д.М., Расулова Г.А.,  
Лобанова К.В., Каримова Ф.А., Гулямова Т.Г.**

*Институт микробиологии АН Республики Узбекистан (г. Ташкент)*

## **СИНТЕЗ ЛОВАСТАТИНА НА РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТАХ ПРИ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ASPERGILLUS TERREUS**

***D. Ruzieva, G. Rasulova, K. Lobanova, F. Karimova, T. Gulyamova***  
*Uzbekistan Academy of Science, Microbiology Institute, Tashkent*

### **LOVASTATIN PRODUCTION BY ASPERGILLUS TERREUS ON DIFFERENT SUBSTRATES IN SOLID-PHASE FERMENTATION**

**Аннотация.** Показана возможность твердофазной ферментации местных штаммов *A. terreus* 4 и *A. terreus* 20 на различных субстратах со значительным выходом ловастатино. Наибольший рост продуцентов и максимум накопления статино в обоих штаммах на всех субстратах наблюдается на 11 сутки ферментации. Уровень продукции ловастатино в штамме *A. terreus* 4 выше, чем в *A. terreus* 20. Установлено, что уровень биосинтеза ловастатино в *A. terreus* 4 при использовании овса в качестве твердого субстрата существенно превосходит все остальные использованные субстраты и максимальное количество составило 4,32 мг/г сухого субстрата при экстракции метанолом.

**Ключевые слова:** *Aspergillus terreus*, твердофазная ферментация, биосинтез, ловастатин.

**Abstract.** We report the possibility of solid-phase fermentation of local strains *A. terreus* 4 and *A. terreus* 20 on different substrates with a significant yield of lovastatin. The greatest growth of producers and maximum accumulation of statins in both strains on all the substrates is observed on the 11 day of fermentation. The level of lovastatin production in the strain *A. terreus* 4 is higher than in *A. terreus* 20. It is found that the level of biosynthesis of lovastatin in *A. terreus* 4 when using oats as a solid substrate considerably exceeds all other substrates used. The maximum quantity is equal to 4.32 mg/g of dry substrate when the methanol extraction is employed.

**Key words:** *Aspergillus terreus*, solid-phase fermentation, biosynthesis lovastatin.

В настоящее время твердофазная ферментация (ТФФ) очень быстро завоевывает промышленное производство ловастатино как альтернативная стратегия. Ряд сравнительных исследований показал, что твердофазная ферментация имеет много преимуществ, в том числе более быстрый и более высокий уровень продукции, низкую стоимость субстратов и малые энергетические затраты. Метод ТФФ широко применяется для получения микробных ферментов, антибиотиков, иммуносупрессантов [2; 5; 6].

Нами были выделены местные штаммы *A. terreus*, синтезирующие достаточно высокие количества ловастатино в условиях глубинного культивирования. Целью данной работы явилось изучение накопления ловастатино при твердофазной ферментации *A. terreus* как альтернативного метода получения ловастатино для сравнительной оценки синтетического потенциала отобранных местных штаммов.

### **Материалы и методы**

Микроскопический гриб *A. terreus* выделен и идентифицирован из почвенного образца Навоийской области Узбекистана. Культуру выращивали на среде Чапека-Докса при 28-30°C в течение 7 дней до завершения процесса споруляции. Споры смывали стерильной водой с 2% Твин-20 [4].

Твердофазную ферментацию проводили на чашках Петри, содержащих 5 г увлажненного субстрата, состоящего из природных зерновых субстратов – пшеницы, овса, риса, кукурузы, комбикорма и смеси пшеницы с арахисом в соотношении 1:1. Чашки с субстратом автоклавировали 40 мин при 121°C, измеряли влажность субстрата после автоклавирования, затем увлажняли субстрат до 55-65% средней следующего состава: глюкоза – 11% (w/v), глицерин – 16%,  $MgSO_4$  – 0,75%,  $(NH_4)_2HSO_4$  – 2,3%(w/v),  $KH_2PO_4$  – 2%, мальтоза – 5%, рН 7,5. На подготовленный субстрат нанесли 2,5 мл инокулюма, содержащего  $10^7$ - $10^8$  спор/мл. Инкубировали посевы при 28°C в течение 7 и 10 суток. В конце ферментации 1 г культуры экстрагировали 20 мл растворителя, затем центрифугировали 20 мин при 6 тыс об/мин. Для экстракции использовали метанол, этилацетат и ацетонитрил.

Для определения влажности 1 г ферментируемого субстрата взвешивали (W1), затем высушивали при 100<sup>0</sup>-105°C до абсолютно сухого веса (W2). Содержание влаги ферментационного субстрата вычисляли по формуле: влажность = (W1) - (W2) / (W1) \* 100%.

Концентрацию ловастатина определяли методом ВЭЖХ на колонке Zorbax Eclipse XDB-C18. (4,6\*150 мм, 5 μm) в сравнении со стандартом ловастатина (Gedeon Richter). В качестве подвижной фазы использовали ацетонитрил и 0,1% фосфорную кислоту в соотношении 60:40 при скорости потока 1,5 мл/мин и длине волны УФ-детектора 238 нм [1; 3; 7].

### Результаты и обсуждение

Для скрининга подходящего твердого субстрата для местных штаммов *A. terreus* были включены измельченные зерна пшеницы, смесь пшеницы с арахисом (1:1), риса, овса, кукурузы и комбикорма. Изучение влияния продолжительности твердофазной ферментации на выход ловастатина отслеживали на

7-е, 10-е и 14 сутки от начала культивирования, используя различные растворители для экстракции искомого вещества. На рис. 1-6 представлены данные, отражающие динамику накопления ловастатина при ферментации *A. terreus* 20 и *A. terreus* 4 на указанных субстратах.

Как видно из представленных данных, все использованные субстраты вполне подходят для успешного развития мицелия обеих культур. Наибольший рост продуцентов и максимум накопления статина в обоих штаммах на всех субстратах наблюдается на 11 сутки ферментации. В целом уровень продукции ловастатина в штамме *A. terreus* 4 выше, чем в *A. terreus* 20. Из полученных данных видно, что уровень биосинтеза ловастатина в *A. terreus* 4 при использовании овса в качестве твердого субстрата существенно превосходит все остальные использованные субстраты. Так, его максимальное количество составило 4,32 мг/г сухого субстрата при экстракции метанолом. При ферментации *A. terreus* 20 на том же субстрате количество продукта было заметно ниже – 2,15 мг/г, 2,5 мг/г и 1,35 мг/г при экстракции ацетонитрилом, этилацетатом и метанолом, соответственно.

При сравнении содержания ловастатина, экстрагированного тремя растворителями, видно также, что наиболее полный выход ловастатина почти из всех ферментированных субстратов в случае *A. terreus* 20 обеспечивает экстракция этилацетатом, в то время как из субстратов ферментации *A. terreus* 4 наибольшее количество продукта извлекается с помощью ацетонитрила, за исключением ферментации на овсе. Ловастатин из ферментированного овса хорошо экстрагируется и ацетонитрилом, и метанолом. Таким образом, совокупность полученных данных свидетельствуют о том, что местные штаммы *A. terreus* 20 и *A. terreus* 4 обладают высоким потенциалом для продукции твердофазной ферментацией, и могут составить основу для разработки новой импортозамещающей технологии получения препарата.

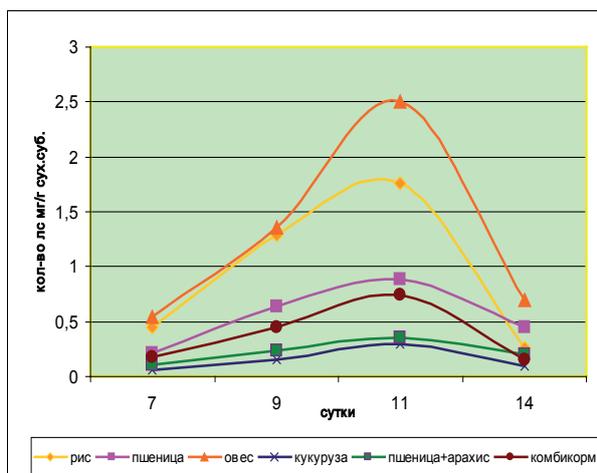


Рис. 1. Динамика накопления ловастатина грибом *A. terreus* 4 на различных субстратах (экстракция этилацетатом)

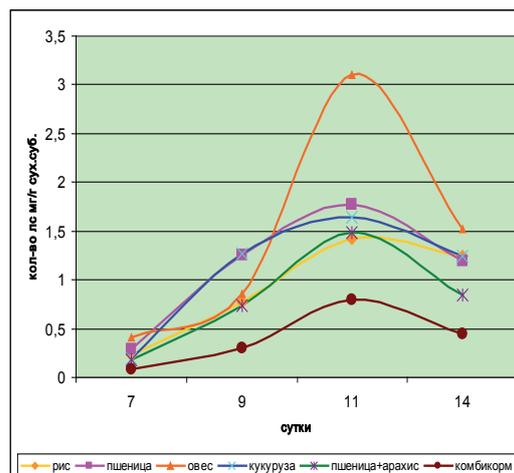


Рис. 2. Динамика накопления ловастатина грибом *A. terreus* 4 на различных субстратах (экстракция ацетонитрилом)

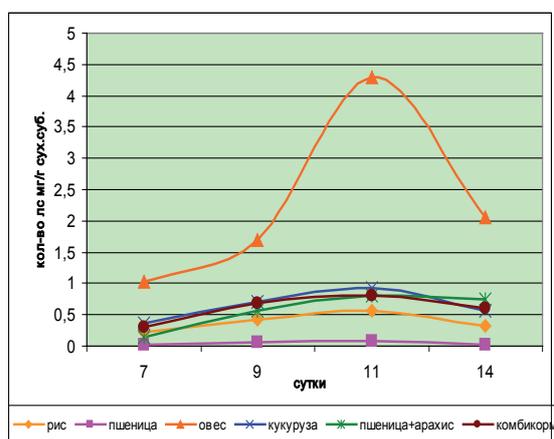


Рис. 3. Динамика накопления ловастатина грибом *A. terreus* 4 на различных субстратах (экстракция метанолом)

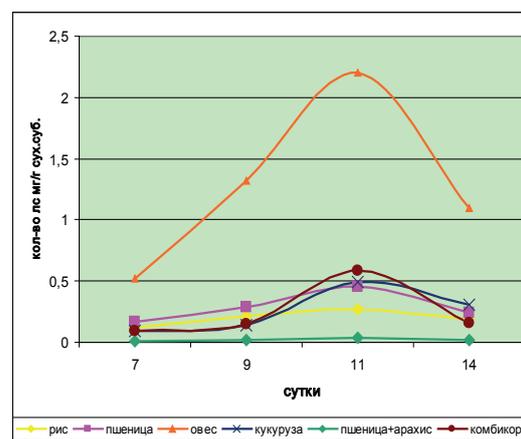


Рис. 4. Динамика накопления ловастатина грибом *A. terreus* 20 на различных субстратах (экстракция ацетонитрилом)

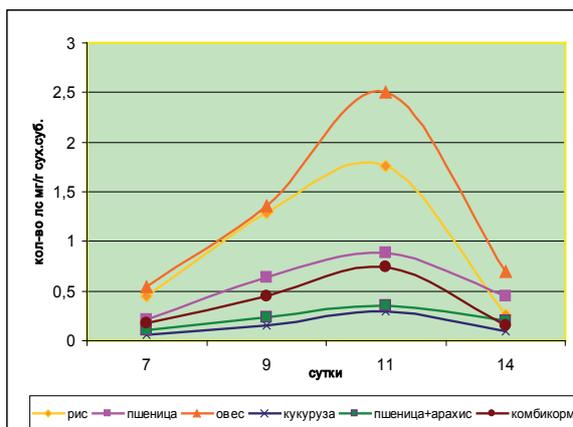


Рис. 5. Динамика накопления ловастатина грибом *A. terreus* 20 на различных субстратах (экстракция этилацетатом)

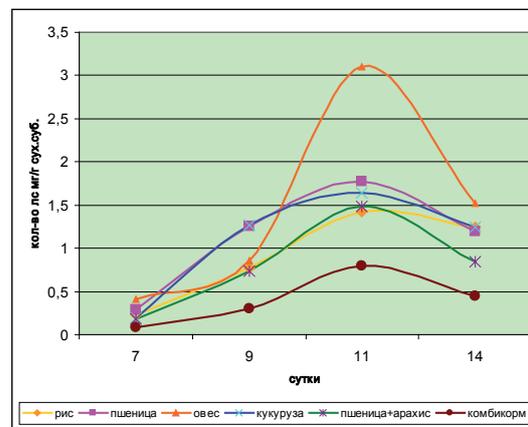


Рис. 6. Динамика накопления ловастатина грибом *A. terreus* 20 на различных субстратах (экстракция метанолом)

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 15113.4-77: межгосударственный стандарт. Концентраты пищевые. Методы определения влаги / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [сайт]. URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=158130> (дата обращения 17.04.2013).
2. Adinarayana K. Optimization of process parameters for cephalosporin C production under solid state fermentation from *Acremonium chrysogenum* / K. Adinarayana, T. Prabhakar, V. Srinivasulu et al. // Process Biochem. – 2003. – V. 39 (№ 2). – P. 171–177.
3. Banos J.G. High lovastatin production by *Aspergillus terreus* in solid-state fermentation on polyurethane foam: An artificial inert support / J.G. Banos, A. Tomasini, G. Szakacs et al. // J. of Bioscience and Bioengineering. – 2009. – V. 108 (№ 2). – P. 105–110.
4. Casas Lopez J.L. Pellet morphology, culture rheology and lovastatin production in cultures of *Aspergillus terreus* / Casas Lopez J.L., Sanchez Perez J.A., Fernandez Sevilla J.M. et al. // J. of Biotechnol. – 2005. – № 116. – P. 61–77.
5. Gombert A.K. Lipase production by *Penicillium restrictum* in solid state fermentation using babassu oil cake as substrate / A.K. Gombert, A.L. Pinto, L.R. Astilho et al. // Process Biochem. – 1999. – V. 35 (№ 1-2). – P. 85–90.
6. Ramana Murthy M.V., Mohan E.V.S., Sadhukhan A.K. Cyclosporin-A production by *Tolypocladium inflatum* using solid state fermentation // Process Biochem. – 1999. – V. 34 (№ 3). – P. 269–280.
7. Wei Pei-lian, Xu Zhi-nan, Cen Pei-lin. Lovastatin production by *aspergillus terreus* in solid-state fermentation // J. of Zhejiang University SCIENCE A. – 2007. – V. 8 (№ 9). – P. 1521–1526.

УДК 616-001.28/29+538.56.029

**Эминов А.У., Бабаев Х.Ф.**

*Институт физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана (г. Баку)*

## **ВЛИЯНИЕ МИКРОВОЛН НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ У КРЫС ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**A. Eminov, Kh. Babaev**

*A.I. Karaev Institute of Physiology, National Academy  
of Sciences of Azerbaijan, Baku*

### **INFLUENCE OF LOW-INTENSITY MICROWAVES ON THE PROOXIDANT- ANTIOXIDANT CONDITION OF THE RAT LIVER AFTER EXPOSURE TO X-RAYS**

*Аннотация.* Рассмотрены результаты изучения влияния микроволн дециметрового диапазона (460 МГц) на процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ) и содержание различных тиолов в печени крыс на фоне воздействия рентгеновским излучением (4 Гр). Полученные результаты подтверждают предположения о радиопротекторном и антиоксидантном свойствах дециметровых микроволн низкой интенсивности.

*Ключевые слова:* микроволна, рентгеновское излучение, тиолы, ПОЛ.

*Abstract.* We study the effect of low-intensity decimeter microwaves (460 MHz) on the process of lipid peroxidation and the thiol content (SH-groups) in a rat liver after exposure to the X-ray radiation (4 Gr). The obtained results confirm the suggestion about the antioxidant and radioprotection features of low intensity decimeter microwaves.

*Key words:* microwave, X-rays, thiols, lipid peroxidation.

Влияние ионизирующего и неионизирующего излучений как в целом на организм, так и на его клеточный и субклеточный уровень является актуальной проблемой и одной из наиболее часто изучаемых отраслей современного научного мира. Несмотря на исследования в области свободно-радикального окисления, все ещё недостаточно данных для подробного определения физико-химических свойств липидов в регуляции биохимических процессов тканей и органов животных. Продолжение исследований в этой области и в данное время является актуальной проблемой [7, с. 365-395]. В условии нормального метаболизма, несмотря на малые количества промежуточных продуктов кислорода, против каждой активной формы кислорода в организме существует специфическая защитная система и в целом существует система, которая занимается снижением образования этих продуктов [3, с. 24-30]. Учитывая антиоксидантный характер воздействия низкоинтенсивных микроволн [4, с. 311-317; 9, р. 54-55], было бы целесообразным изучить влияние облучения организма микроволнами после воздействия на него рентгеновским излучением.

### **Материалы и методы**

Исследования проводились на белых беспородных крысах, которых разделены на 4 группы: I группа - интактные животные; II группа - контрольные животные, подвергающиеся облучению 4 Гр дозой рентгеновского излучения. Рентгеновское облучение проводилось на аппарате «РУМ -17»; III группа - контрольные животные, подвергающиеся облучению дециметровыми электромагнитными излучениями (ЭМИ) 460 МГц. Облучение животных ЭМИ

проводилось на аппарате «Волна-2» при выходной мощности 20 Вт; IV группа – опытные животные, подвергающиеся облучению последовательно рентгеновским и дециметровым излучениями. Облучение животных ЭМИ 460 МГц после рентгеновского облучения проводилось в течение 10 дней, по 20 минут в день. Показатели во всех группах определялись через 1 час, 3 и 6 дней после облучения.

Содержание различных типов сульфгидрильных групп в гомогенате (легкодоступных, находящихся на поверхности белков (ЛД-SH группы) и структурно-замаскированных белковых SH-групп (СЗБ-SH группы)) определяли по методике Ellman (1959) с некоторыми модификациями Sedlak J., Lindsey R.N. (1968) [10, p. 192-205]. При определении содержания продуктов перокисления

липидов (ПОЛ) – гидроперекиси (ГП) и малондиальдегид (МДА) в одном промежутке времени использовалась методика Asakawa T., Matsushita S. (1980) [8, p. 137-140]. О статистической значимости выявленных различий между группами судили по t-критерию Стьюдента [6, с. 321].

### Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований отмечена определенная динамика изменения содержания тиолов и продуктов ПОЛ в тканях печени белых крыс при облучении 4 Гр дозой рентгеновского излучения, облучением дециметровым ЭМИ низкой интенсивности и при последовательном воздействии обоих видов излучений (см. табл.). Результаты проведенных исследований выявили, что

Таблица

**Изменения содержания сульфгидрильных групп и продуктов ПОЛ в печени белых крыс после воздействия 4 Гр дозой рентгеновского излучения и дециметровых микроволн 460 МГц низкой интенсивности,  $M \pm m$ ,  $n=10$ ,  $p<0,05$  (по сравнению с группой интактных животных)**

Определенные показатели <sup>1</sup>	Времени определения показателей	Виды излучений			
		Интакт	Рентгеновское излучение	Электромагнитное излучение	Рентгеновское и электромагнитное излучения
ГП	1 час	2,60 ± 0,09	2,70 ± 0,02 <sup>а</sup>	2,06 ± 0,01	2,67 ± 0,03 <sup>а,в,г</sup>
	3 дня		3,32 ± 0,03	2,42 ± 0,02	3,45 ± 0,03 <sup>б,г</sup>
	6 дней		3,22 ± 0,03	2,26 ± 0,02	2,68 ± 0,03 <sup>а,б,г</sup>
МДА	1 час	1,58 ± 0,07	1,86 ± 0,02	1,19 ± 0,01	1,70 ± 0,02 <sup>б,г</sup>
	3 дня		2,50 ± 0,04	1,53 ± 0,02 <sup>а</sup>	2,52 ± 0,03 <sup>в,г</sup>
	6 дней		2,21 ± 0,02	1,33 ± 0,01	1,60 ± 0,01 <sup>а,б,г</sup>
ЛД-SH группы	1 час	34,67 ± 1,10	23,48 ± 0,30	29,68 ± 0,25	28,74 ± 0,61 <sup>б,д</sup>
	3 дня		24,28 ± 0,16	26,08 ± 0,35	30,05 ± 0,15 <sup>б,г</sup>
	6 дней		28,58 ± 0,06	27,79 ± 0,58	31,13 ± 0,23 <sup>б,г</sup>
СЗБ-SH группы	1 час	22,71 ± 1,00	21,99 ± 0,14 <sup>а</sup>	17,84 ± 0,23	24,95 ± 0,13 <sup>б,г</sup>
	3 дня		20,65 ± 0,11	16,88 ± 0,21	26,53 ± 0,11 <sup>б,г</sup>
	6 дней		23,27 ± 0,06 <sup>а</sup>	18,65 ± 0,11	20,52 ± 0,07 <sup>б,д</sup>

<sup>1</sup> ГП - относ. ед., другие пок. - нмоль/мг белка

Примечание: <sup>а</sup> –  $p>0,05$  по сравнению с группой интактных животных, <sup>б</sup> –  $p<0,05$  по сравнению с группой животных, подвергшихся облучению 4 Гр дозой рентгеновского излучения, <sup>в</sup> –  $p>0,05$  по сравнению с группой животных, подвергшихся облучению 4 Гр дозой рентгеновского излучения, <sup>г</sup> –  $p<0,05$  по сравнению с группой животных, подвергшихся облучению дециметровым ЭМИ, <sup>д</sup> –  $p>0,05$  по сравнению с группой животных, подвергшихся облучению дециметровым ЭМИ.

воздействие 4 Гр дозы рентгеновским излучением приводит к изменениям в содержаниях ЛД-SH и СЗБ-SH групп в тканях печени белых крыс, что, в свою очередь связано с усилением процесса ПОЛ [2, с. 256].

Известно, что SH-содержащие соединения в первую очередь подвергаются окислению под действием продуктов ПОЛ, образуя дисульфидные связи, и этим они предотвращают окисление других функциональных групп и молекул [5, с. 160]. Снижение уровня ЛД-SH групп можно объяснить окислением тиоловых групп продуктами ПОЛ, резко усиливающихся в результате облучения. Снижение содержания ЛД-SH групп, в состав которых входят низкомолекулярные тиолы, выполняющие различные важные антиоксидантные функции, в свою очередь приводит к снижению уровня СЗБ-SH групп. Очень вероятно, что это связано с потерей структуры белков в результате прооксидантного действия рентгеновских излучений и окислительной модификацией белковых молекул клеток под действием продуктов свободных радикалов ПОЛ.

Было определено, что при последовательном применении дециметровых микроволн низкой интенсивности и облучении 4 Гр рентгеновским излучением наблюдается увеличение содержания тиоловых групп и снижение уровня продуктов ПОЛ (см. табл.). Из литературных данных известно, что неионизирующие ЭМИ низкой интенсивности, активизируя антиоксидантную защитную систему и снижая процессы ПОЛ, проявляют антиоксидантное действие [1, с. 73-74; 4, с. 311-317; 9, р. 54-55], что, по-видимому, и объясняет полученные нами результаты. Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о способности неионизирующих ЭМИ низкой интенсивности в некоторой степени предотвращать вредные воздействия на организм ионизирующих излучений. А дальнейшее развитие подобно-

го рода исследований может иметь большое значение в решении проблемы защиты организма от негативных последствий ионизирующих излучений.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабаев Х.Ф. [и др]. Влияние электромагнитных волн низкой интенсивности на радиационные поражения мозга // Сб. тез. докл.: 7-й международный междисциплинарный конгресс «Нейронаука для медицины и психологии», 3 - 13 июня 2011 года, г. Судак (Крым, Украина). – Киев, 2011. – С. 73-74.
2. Барабой В.А., Орел В.Э., Карнаух И.М.. Перекисное окисление и радиация. – Киев: Наукова думка, 1991. – 256 с.
3. Бродова М.С. Применение специфических ферментных систем *in vitro* для выявления целевой биологической активности фармакологически активных веществ / М.С. Бродова, М.Ф. Минеева, Н.Б. Доронищева и др. // Биомед. технологии и радиоэлектроника. – 2004. – № 1-2. – С. 24–30.
4. Гаджиев А.М., Багирова Н.Р. Сравнительное изучение поглощения кислорода и перекисного окисления липидов в структурах мозга у крыс при хроническом действии дециметровых электромагнитных волн // Известия АН Грузии. – 2009. – Т. 35 (№ 5-6). – С. 311–317.
5. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная терапия / В.К.Казимирко и др. – Киев: Морион, 2004. – 160 с.
6. Урбах В.Ю. Вариационная статистика для биологов и медиков. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 321 с.
7. Химическая и биологическая кинетика. Новые горизонты. Т.2. Биологическая кинетика / под ред. Е.Б. Бурлаковой, С.Д. Варфоломеева, Г.Е. Заикова и др. – М.: Химия, 2005. – 650 с.
8. Asakawa T., Matsushita S. Coloring condition of TBA test for detecting lipid hydroperoxides // Lipids. – 1980. – V. 15 (№ 3). – P. 137–140.
9. Ismayilova L. [et al.] Effects of decimeter electromagnetic wave irradiation on antioxidant enzymes' activity and lipid peroxidation level in brain and eye tissues of rats // Advances in Gerontology. – 2001. – V. 6. – P. 54–55.
10. Sedlak J., Lindsey R. Estimation of Total, Protein-Bound and Nonprotein Sulfhydryl Groups in Tissue with Ellman's Reagent // Analit. Biochem. – 1968. – № 25. – P. 192–205.

## РАЗДЕЛ II. ХИМИЯ

УДК 541.67 : 544.163.3

*Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М.*

*Самаркандский государственный университет им. А. Навои (Узбекистан)*

### ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ИССЛЕДОВАНИИ КЛЕТОЧНЫХ СТЕНОК ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

*S. Aronbaev, A. Nasimov, D. Aronbaev*

*Samarkand State University named after A. Navoiy, Uzbekistan*

#### APPLICATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS IN STUDYING OF CELL WALLS OF THE YEAST *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

*Аннотация.* В статье приводятся результаты исследования клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с использованием физических и физико-химических методов анализа. Визуализация ИК- и ЯМР спектров позволяет проводить качественное сравнение с таковыми, характерными для других биологических объектов растительного и животного происхождения, биомасса которых может быть использована в качестве дешевых сорбционных материалов. Потенциометрические и электрокинетические измерения биомассы клеточных стенок дрожжей, представляющих собой природные биополимеры, позволяют глубже взглянуть на структуру поверхности, определить наличие тех или иных функциональных групп и понять характер их взаимодействия с ионами тяжелых металлов, радионуклидами и прочими экотоксикантами.

*Ключевые слова:* дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, клеточные стенки, ИК- и <sup>1</sup>H-ЯМР – спектроскопия, потенциометрическое титрование, дзетта-потенциал.

*Abstract.* We report the results of studying the cell walls of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* with the use of physical and chemical methods of the analysis. Visualisation of IR - and H1-NMR spectra allows a qualitative comparison with those, characteristic of other biological objects of the vegetative and animal origin whose biomass can be used as cheap sorptions materials. Potentiometric and electrokinetic measurements of biomass of cell walls of the yeast representing natural biopolymers make it possible to gain a deeper insight into the surface structure, to determine the presence of some functional groups and to understand the principles of their interaction with ions of heavy metals, radionuclides and other ecological toxicants.

*Key words:* yeast *Saccharomyces cerevisiae*, cell wall, IR- and H1-NMR spectroscopy, potentiometric titration, zeta-potential.

Достижения в области биосорбционных технологий и выход их за рамки лабораторного эксперимента стимулирует поиск путей коммерциализации биосорбционных процессов в различных отраслях промышленности и природоохранных мероприятиях [8; 9]. В последние годы многими исследователями отмечается перспективность использования осадочных пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* для извлечения тяжелых металлов, радионуклидов и других экотоксикантов из технологических растворов и сточных вод [2; 4; 6; 10].

© Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М., 2013.

Инструментально-аналитическая база таких исследований обычно включает атомно-абсорбционные или спектрофотометрические измерения равновесных концентраций ионов металла в растворах в присутствии биосорбента с последующим построением изотерм адсорбции и расчетов ее основных параметров. Однако при изучении механизма биосорбции необходимы и другие инструментальные методы исследования. В литературе встречается информация о применении для этих целей ИК-спектроскопии, электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, ядерно-магнитного резонанса и прочих физических методов исследования [8; 10]. Однако эти данные относятся к другим микроорганизмам, носят обособленный характер и не могут быть применены к *S. cerevisiae*. Целью настоящего исследования является получение представлений о структуре клеточных стенок пивоваренных дрожжей с использованием ИК- и  $^1\text{H}$ -ЯМР-спектроскопии, а также потенциометрических и электрокинетических измерений.

### Материалы и методы

В работе использовали осадочные дрожжи *S. cerevisiae* штамм W-37, подвергнутые предварительной обработке, включающей отмывку дистиллированной водой, автоклавирование при  $110\text{--}120^\circ\text{C}$  в течение 1,5 час, центрифугирование при 5000 об/мин, вакуумную сушку при  $65^\circ\text{C}$  и механическое измельчение до 0,3-0,5 мм. Как показали микроскопические исследования, полученный биосорбент состоял только из клеточных стенок дрожжей.

ИК-спектры клеточных стенок дрожжей в KBr снимали на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu FT-IR 8400S в диапазоне  $400\text{--}4000\text{ см}^{-1}$ . Спектры ЯМР- $^1\text{H}$  записывали на ЯМР-спектрометре Bruker WM-250 с использованием в качестве растворителя дейтерированную воду.

Потенциометрическое титрование биомассы дрожжевых клеток проводили с целью определения доступных для осуществления

биосорбции функциональных групп, для чего 1 г биомассы обрабатывали 50 мл 0,1н. HCl в течение 3 часов при комнатной температуре и встряхивании 150 об/мин. Затем проводили потенциометрическое титрование содержимого колбы 0,1н. NaOH с использованием стеклянного рН-электрода ЭСЛ-63-07. Регистрацию сигнала осуществляли с помощью универсального иономера И-130.

Электрокинетические свойства поверхности клеточных стенок дрожжей характеризовали величиной  $\zeta$ -потенциала, определяющей заряд и способность частиц к агрегации.

### Результаты и обсуждение

Визуализация ИК-спектра (рис.1) и его расшифровка (табл.1) показали, что ИК спектр клеточной оболочки дрожжей *S. cerevisiae* весьма близок ИК-спектру целлюлозы, с присутствием в нем полос поглощения различной интенсивности, соответствующим гидроксильным, карбоксильным, карбонильным (альдегидно-кетонным), амино- и амидо-группам, а также в неспецифической области спектра – сульфогидрильным и фосфорильным группам [1; 3].

Некоторые из этих групп, а именно карбоксильные, амино- и фосфорильные группы интерпретированы нами потенциометрическим титрованием биомассы (рис. 2, табл. 2). Все они участвуют в образовании химических связей с ионами тяжелых металлов при биосорбционных процессах. Спектр  $^1\text{H}$  ЯМР (рис. 3) свидетельствует о том, что клеточная стенка дрожжей содержит фракции  $\beta$ -глюкана и манана, являющимися основными элементами клеточной стенки [4].

Поверхность биосорбента при рН близком к нейтральному имеет отрицательный заряд порядка  $-15 \div -18$  мВ (рис. 4), который обуславливает физическую сорбцию положительно заряженных катионов тяжелых металлов [1; 7].

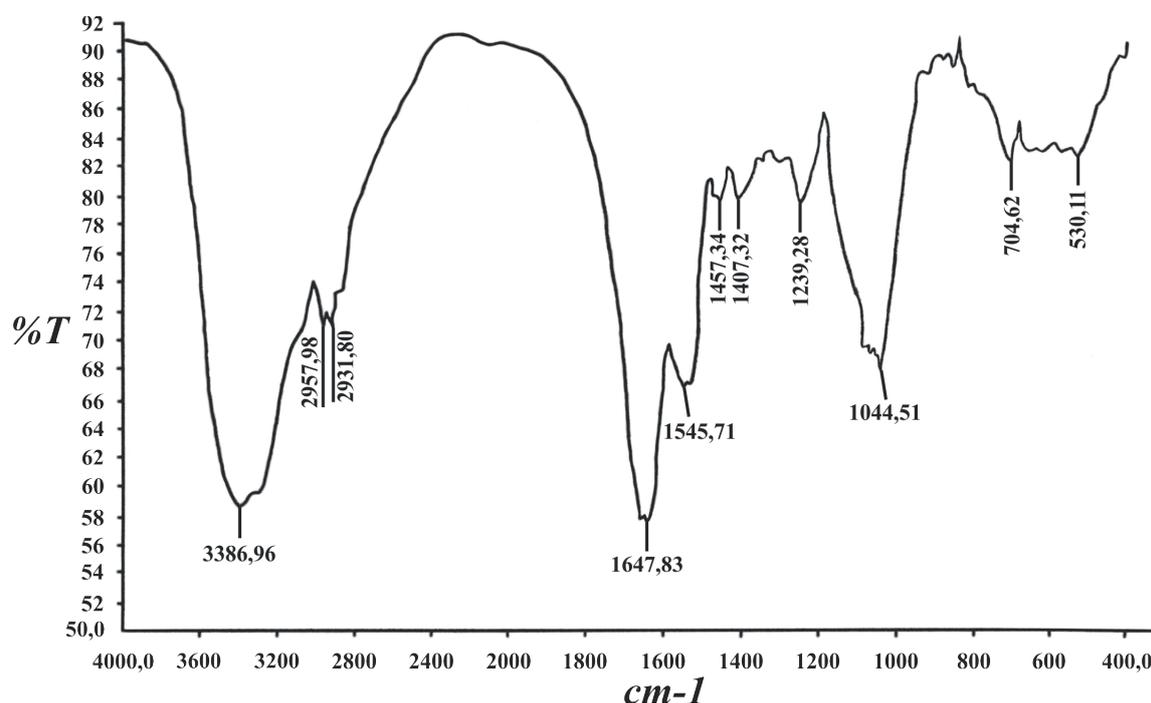


Рис. 1. ИК спектр образца клеточных стенок дрожжей *S.cerevisiae*

Таблица 1

**Расшифровка ИК-спектра образца клеточных стенок дрожжей *S.cerevisiae***

$\nu$ , $\text{cm}^{-1}$	Функциональная группа и тип колебаний
3386,96	Гидроксильные О-Н-группы, связанные Н-связью), входящие в состав углеводов валентные ( $\nu$ ) Перекрытие частотного диапазона с первичными аминами $-\text{NH}_2$ (средн.), валентные ( $\nu$ )
2931,8	С-Н с $\text{sp}^3$ гибридизацией, валентные, асимметричные ( $\nu_{\text{асимм.}}$ )
1647,83	С=О (ненасыщенные альдегидные и кетонные группы) и -NH- (амид I) – валентные колебания $\nu$ групп, входящих в состав пептидо-глюкановой цепи.
1545,71	С=О и -NH- группы пептидов, деформационные колебания ( $\delta$ )
1457,34	$-\text{CH}_2-$ группы ( $\text{sp}^3$ -гибридизация), деформационные колебания ( $\delta_{\text{асимм.}}$ )
1407,32	COOH – и OH- группы, деформационные колебания ( $\delta$ )
1239,28	ОН-группа, деформационные колебания ( $\delta$ )
1044,51	С-О, в первичных спиртовых группах биополимера, валентные колебания ( $\nu$ )
704,62 530,11	Скорее всего С-Р и S-О-валентным связям в сульфонатных и фосфорильных группах

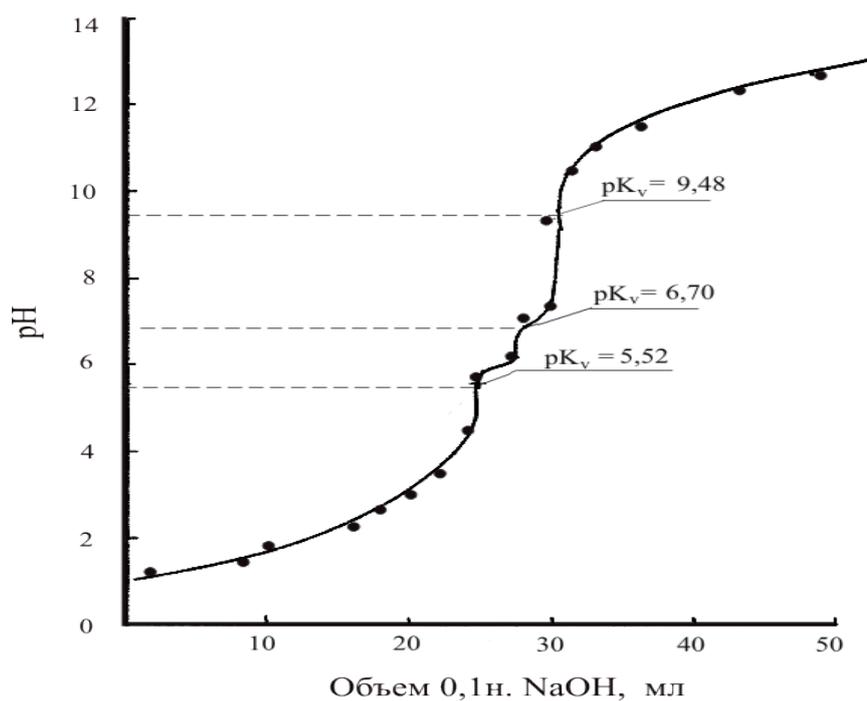


Рис. 2. Кривая потенциметрического титрования биомассы дрожжевых клеток

Таблица 2

**Функциональные группы клеточных стенок дрожжей *S. cerevisiae*,  
выявленные потенциметрическим титрованием**

№/№	pK <sub>v</sub>	Функциональная группа	Химическая формула
1	5,52 ± 0,06	Карбоксильная группа	$\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$
2	6,70 ± 0,02	Фосфорильная группа	$\text{R}-\text{O}-\text{P} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$
3	9,48 ± 0,05	Амино-группа	$\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{H} \\   \\ \text{NH}_2 \\   \\ \text{H} \end{array}$

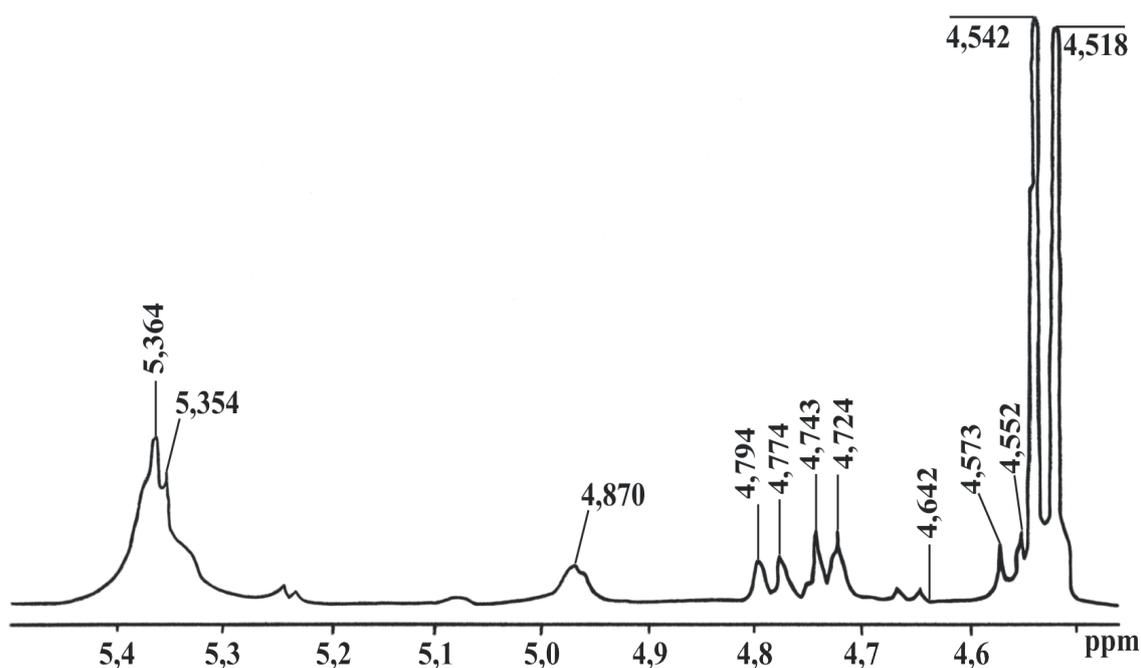


Рис. 3.  $^1\text{H}$ -ЯМР спектр клеточной стенки дрожжей *S. cerevisiae* ( $\text{D}_2\text{O}$ ,  $t = 80^\circ\text{C}$ )

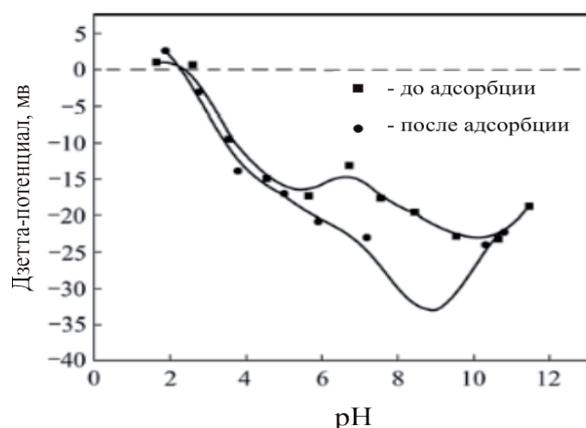


Рис. 4. Дзетта – потенциал ( $\zeta$ ) клеточных стенок дрожжей *S. cerevisiae* до и после биосорбции ионов свинца

Таким образом, изучение структурных особенностей клеточных стенок дрожжей с использованием инструментальных методов исследования позволяют глубже понять механизм биосорбционных процессов и создают предпосылки для создания методов селективного управления ими.

Настоящее исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта РУз ИОТ 8-12.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Аронбаев Д.М. Исследование биосорбции ионов свинца клеточными стенками дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* методами ИК-спектроскопии / Д.М. Аронбаев, А.М. Насимов, С.Д. Аронбаев и др. // Материалы II-ой междунациональной Казахстанско-Российской конф. по химии и химической технологии. – Караганда: КарГУ, 2012. – Т. 2. – С. 308–311.
2. Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М. Биосорбция урана (VI) из водных растворов клеточными оболочками дрожжей *S.cerevisiae* // Вода: химия и экология. – 2011. – № 12. – С. 51–55.
3. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. – М.: Мир, 1971. – 318 с.
4. Гаранин Р.А. Метод биосорбции тяжелых металлов из промышленных сточных вод с использованием пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*: автореф. дис.... канд. биол. наук. – М., 2011. – 25 с.
5. Калбина Т.С., Кулаев И.С. Роль белков в формировании молекулярной структуры клеточной стенки дрожжей // Успехи биологической химии. – 2001. – № 41. – С.105-130.
6. Насимов А.М., Аронбаев С.Д. Биосорбция ионов свинца, кадмия и меди осадочными дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 2. – С. 3–7.

7. Шевчук И.А., Клименко Н.А. Изменение электрокинетического потенциала клеток *Bacillus pouluxii* ИМВ 8910 при взаимодействии с ионами U (VI) и стронция // *Химия и технология воды*. – 2010. – Т. 32 (№ 1). – С. 97–106.
8. Park D., Yun Y-S., Park J.M. The Past, Present and Future Trends of Biosorption // *Biotechnology and Bioprocess Eng.* – 2010. – V. 15. – P. 86–102.
9. Volesky B. Biosorption and me // *Water Res.* – 2007. – V. 41. – P. 4017–4029.
10. Wang J.L, Chen C. Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*: a review // *Biotechnol. Adv.* – 2006. – V. 24. – P. 427–451.

УДК 542.943.7

**Бреева Н.В.**

Российский химико-технологический университет  
им. Д.И. Менделеева (г. Москва)

## ИЗОТОПНЫЙ ОБМЕН В МОЛЕКУЛАХ СО НА ОКСИДЕ ЛАНТАНА

**N. Breeva**

D. Mendeleev University  
of Chemical Technology of Russia, Moscow

### CO ISOTOPIC EXCHANGE REACTION OVER $\text{La}_2\text{O}_3$ CATALYSTS

**Аннотация.** Методом изотопного обмена  $^{12}\text{C}^{18}\text{O} + ^{13}\text{C}^{16}\text{O} \leftrightarrow ^{12}\text{C}^{16}\text{O} + ^{13}\text{C}^{18}\text{O}$  было исследовано взаимодействие СО с поверхностью катализаторов  $\text{La}_2\text{O}_3$  и  $9,5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$  в интервале температур 173-673К. Реакции диспропорционирования СО, на поверхности катализаторов в данном интервале температур не наблюдалось. На основании адсорбционных данных высказано предположение о существовании как минимум двух форм адсорбированного СО отличающихся энергией связи с поверхностью. Предположено, что изотопный обмен протекает по ассоциативному механизму Ленгмюра-Хиншельвуда. Исследования проводились с помощью масс-спектрометра и адсорбционных измерений.

**Ключевые слова:** изотопный обмен, катализ, адсорбция монооксида углерода.

**Abstract.** We report the results of the isotopic exchange reaction  $^{12}\text{C}^{18}\text{O} + ^{13}\text{C}^{16}\text{O} \leftrightarrow ^{12}\text{C}^{16}\text{O} + ^{13}\text{C}^{18}\text{O}$  over  $\text{La}_2\text{O}_3$  and  $9.5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$  catalysts between 173 and 673K. In the same temperature range, no CO disproportionation reactions are observed. Using the adsorption data, we suggest the existence of at least two types of CO adsorbed species that differ in the bonding energy with the surface. We propose that the CO isotopic exchange proceeds via the Langmuir-Hinshelwood mechanism on the  $\text{La}_2\text{O}_3$  sites. Mass spectrometric, adsorptions measurements have been employed.

**Key words:** isotope exchange, catalysis, CO adsorption.

Оксиды редкоземельных элементов играют большую роль в катализе, особенно для процессов крекинга нефтяного сырья, превращений углеводородов, алкилирования, изомеризации, реакций с участием монооксида углерода. Использование изотопов в качестве меченых атомов позволяет решать многие задачи в области механизма сложных каталитических реакций, определения природы промежуточного взаимодействия реагентов с катализатором, количественно охарактеризовать энергетическую неоднородность поверхности катализаторов, выяснить подвижность отдельных атомов, групп твердых катализаторов и многое другое [7]. В качестве модельной реакции нами была выбрана реакция гомомолекулярного изотопного обмена СО, позволяющая изучать взаимодействие СО с поверхностью катализатора:



Предварительные данные об активности оксидов редких земель в отношении реакции гомомолекулярного изотопного обмена СО были получены Винтером [8]. Было найдено, что обмен на порошкообразных образцах оксидов лантаноидов при комнатной температуре протекает с большой скоростью  $39 \cdot 10^{13}$  молекул СО/мин·см<sup>2</sup> с близкой к нулю энергией активации. Однако проведенные Винтером опыты не позволяли точно выяснить зависимость

скорости обмена от температуры, к тому же лабораторные образцы обладали маленькой удельной поверхностью и, следовательно, не пригодны для промышленного применения. Вопрос, протекает ли обмен в молекулах СО на оксидах лантаноидов по различным механизмам в области низких и высоких температур, как это наблюдалось на других оксидах [2-5], или же обмен во всем исследованном интервале температур идет по одному механизму, остался открытым. Настоящая работа посвящена исследованию кинетики гомолекулярного обмена СО на оксиде лантана  $\text{La}_2\text{O}_3$  и оксиде лантана, нанесенного на  $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Образец  $\text{La}_2\text{O}_3$  готовили осаждением из раствора нитрата лантана карбонатом аммония (концентрация нитрата лантана составляла 0.2 моль/дм<sup>3</sup>, а карбоната 2 моль/дм<sup>3</sup>). Осаждение вели при комнатной температуре, осадок фильтровали на фильтре синяя лента, промывали дистиллированной водой и прокаливали. Полученный карбонат подвергли дериватографическому анализу на термоанализаторе марки Q1500, MOM, Венгрия. Величина исследуемой навески составила 40 мг, скорость нагревания — 5 °С/мин, эксперимент проводили в атмосфере воздуха в керамических тиглях. На кривой дифференциально-термического анализа (ДТА) отмечается эндотермический эффект в интервале температур 80-300 °С, связанный, по-видимому, с удалением адсорбционной и кристаллизационной воды. Потеря массы на данном участке максимальна и составляет 30%. В интервале температур 300-420 °С была отмечена незначительная потеря массы

образцом, которая составляет всего 0,5%, а в интервале температур 420-500 °С — слабый эндоэффект (потеря массы-15%), вероятно, связанный с образованием оксикарбоната лантана. Значимых эффектов на кривой ДТА после 500 °С не наблюдается. Потеря массы образцом продолжалась до температуры 760 °С. Общая потеря массы образцом составила 52,5% или 21 мг.

Прокаливание проводили при температурах 300 °С, 400 °С, 700 °С, 1000 °С на воздухе. После прокаливания при каждой температуре был проведен рентгенофазовый анализ образцов на дифрактометре Дрон-2 с использованием излучения  $\text{Cu K}_\alpha$ . Значения межплоскостных расстояний (d), рассчитанных из рентгенограмм, сравнивали с данными JSPDS (International Centre for Diffraction Data). В интервале температур 300-400 °С происходит разрушение основного карбоната лантана с образованием диоксокарбоната ( $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$ ). Начиная примерно с 700 °С, диоксокарбонат лантана начинает разрушаться с образованием оксида лантана. При температурах 300 °С, 400 °С, 700 °С, 1000 °С была измерена удельная поверхность методом БЭТ по низкотемпературной адсорбции криптона. Видно, что по мере разложения образца происходит увеличение поверхности (см. табл. 1). Прокаливание только при 1000 °С приводит к образованию оксида лантана.

Известно, что необратимые превращения на воздухе оксида лантана вследствие гидратации и карбонизации приводят к разрушению керметов, керамики и других изделий на его основе [6]. Промышленный катализатор должен обладать прочностью, поэтому для

Таблица 1

**Характеристики полученных образцов**

Соединение	Температура, °С	Продукты разложения	$S_{уд}^{Kr}$ , м <sup>2</sup> /г
$\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	80-300	Потеря воды	—
«	400	Образуется $\text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$	16,5
«	700	Образуется $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_2\text{CO}_3$	57
«	1000	Образуется $\text{La}_2\text{O}_3$	72

проведения дальнейших исследований нами был приготовлен катализатор, представляющий собой  $\text{La}_2\text{O}_3$ , нанесенный на поверхность промышленного носителя  $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ . Содержание  $\text{La}_2\text{O}_3$  9,5% было взято исходя из соображения, чтобы оксид редкоземельного элемента полностью покрывал поверхность носителя. Образец катализатора ( $9,5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ ) был приготовлен пропиткой носителя водным раствором нитрата лантана с последующим выдерживанием в течение суток, сушкой и термообработкой при  $500^\circ\text{C}$  в течение 2-х часов. Для исследования кинетики гомообмена были взяты образцы, характеристики которых приведены в табл. 2.

Исследование изотопного обмена в молекулах монооксида углерода  $^{12}\text{C}^{18}\text{O} + ^{13}\text{C}^{16}\text{O} \leftrightarrow ^{12}\text{C}^{16}\text{O} + ^{13}\text{C}^{18}\text{O}$  на предварительно обезгаженных в вакууме образцах при температуре  $+420^\circ\text{C}$  было проведено в интервале температур от  $-100^\circ\text{C}$  до  $400^\circ\text{C}$  и давлении  $\text{CO}$  20 мм.рт.ст. Методика исследования и обработки экспериментальных результатов приведена в [1]. Анализ изотопного состава  $\text{CO}$  проводили на масс-спектрометре МИ-1305. Относительная ошибка масс-спектрометрического анализа составляла 1% от измеряемой величины. Скорости изотопного обмена выражаются в молекулах  $\text{CO}$ , обменивающихся на  $1\text{ см}^2$  поверхности катализатора в секунду. Результаты исследования показали, что кинетика обмена хорошо описывается уравнением первого порядка. Зависимость удельной каталитической активности ( $K_{\text{уд}}$ ) от температуры представлена в координатах уравнения Аррениуса (см. рис. 1). Видно, что характер температурной зависимости  $K_{\text{уд}}$   $\text{La}_2\text{O}_3$  и  $9,5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  аналогичен. Имеются две температурные

области протекания обмена: низкотемпературная (энергия активации  $E_1=9\text{кДж/моль}$ ), высокотемпературная (энергия активации  $E_2=55\text{кДж/моль}$ ) и переходная область между ними — в интервале температур от  $+25^\circ\text{C}$  до  $+100^\circ\text{C}$ . При температурах ниже  $300^\circ\text{C}$  изменение количества  $^{18}\text{O}$  в газовой фазе за счет гетерообмена с поверхностью не наблюдалось. Необходимо также отметить, что во всей исследованной области температур ни на  $\text{La}_2\text{O}_3$ , ни на  $9,5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  не наблюдалось диспропорционирования  $\text{CO}(2\text{CO} \rightarrow \text{C} + \text{CO}_2)$  и активность катализаторов хорошо воспроизводилась после прогрева в вакууме с откачкой при  $400^\circ\text{C}$ .

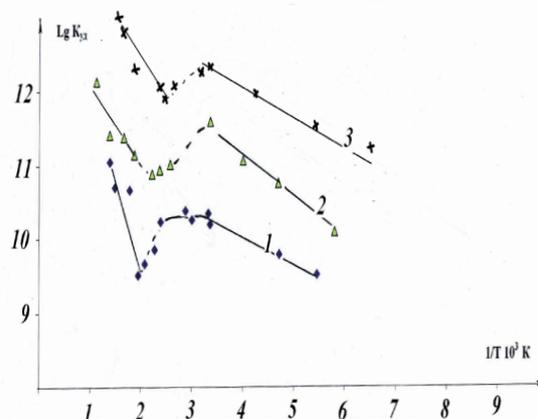


Рис 1. Зависимость удельной каталитической активности от температуры:  
(1)  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  по данным работы [6], (2)  $9,5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , (3)  $\text{La}_2\text{O}_3$

Изучение равновесной адсорбции  $\text{CO}$  на образцах  $\text{La}_2\text{O}_3$  и  $9,5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  было проведено объемным методом в интервале температур от  $-78^\circ\text{C}$  до  $+300^\circ\text{C}$  при изменении давления от 0,01 до 5 мм.рт.ст. Адсорбция на

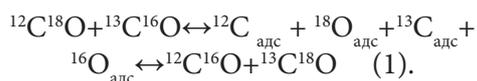
Таблица 2

### Характеристики исследованных катализаторов

№	Наименование образца	$S_{\text{уд}}$ , $\text{м}^2/\text{г}$	Результаты рентгенофазового анализа
1	$\text{La}_2\text{O}_3$	72	$\text{La}_2\text{O}_3$
2	$9,5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	250	$\text{La}_2\text{O}_3, \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

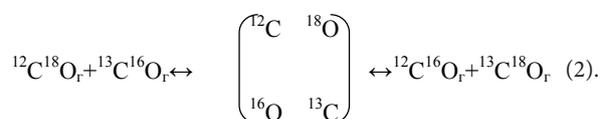
обоих катализаторах протекала быстро. Изобара адсорбции демонстрирует уменьшение адсорбируемого количества СО с повышением температуры. Изотермы на  $\text{La}_2\text{O}_3$  имеют линейную форму и не достигают насыщения вплоть до давления 5 мм рт.ст. Для определения количества СО, прочно связанного с поверхностью, после снятия изотермы адсорбции проводили откачку газовой фазы при температуре адсорбции в течение 30 минут, при этом часть адсорбированного СО, более слабо связанного с поверхностью, десорбировалась. Затем напускали новую порцию газа и снова снимали изотерму адсорбции. Разница между величинами первой и повторной адсорбции определяла количество оставшегося после первой адсорбции СО, более прочно связанного с поверхностью. На  $\text{La}_2\text{O}_3$  при температурах  $-78^\circ\text{C}$ ,  $-38^\circ\text{C}$ ,  $0^\circ\text{C}$ ,  $+25^\circ\text{C}$ ,  $+150^\circ\text{C}$  изотермы полностью обратимы. На  $9.5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$  определенная доля СО более прочно связана с поверхностью. На основании экспериментальных данных рассчитаны теплоты адсорбции СО. Они оказались очень низкими: в интервале от  $-78$  до  $+25^\circ\text{C}$   $\Delta\text{Надс} = -2\text{кДж/моль}$ , в интервале от  $+100$  до  $+300^\circ\text{C}$   $\Delta\text{Надс} = -18\text{кДж/моль}$  для  $\text{La}_2\text{O}_3$ . Для  $9,5\%\text{La}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  эта величина составила в интервале от  $-78$  до  $+25^\circ\text{C}$   $\Delta\text{Надс} = -8\text{кДж/моль}$ , в интервале от  $+100$  до  $+300^\circ\text{C}$   $\Delta\text{Надс} = -26\text{кДж/моль}$  соответственно.

Для обмена между молекулами СО на поверхности оксидного катализатора можно представить несколько возможных механизмов. Обмен может протекать без участия кислорода катализатора через диссоциативную адсорбцию СО с рекомбинацией молекул при десорбции в другом изотопном составе:



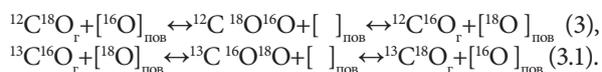
Согласно ассоциативному механизму монооксид углерода адсорбируется на поверхности катализатора с образованием ассоциативных промежуточных комплексов из двух (или более) адсорбированных молекул. Между атомами кислорода и углерода, входящими в ком-

плекс, происходит перераспределение связей, в результате чего при разложении комплекса в газовую фазу могут десорбироваться молекулы СО в другом изотопном составе:

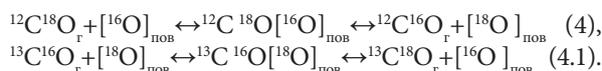


Обмен с участием поверхностного кислорода катализатора, в свою очередь, может протекать двояким образом: с окислением СО до  $\text{CO}_2$  за счет кислорода поверхности (окислительно-восстановительный) механизм или без окисления СО (через гетерообмен изотопами кислорода между СО и поверхностным кислородом катализатора).

Окислительно-восстановительный механизм гомомолекулярного изотопного обмена СО заключается в частичном восстановлении поверхности катализатора окисью углерода, в результате чего в газовой фазе появляется  $\text{CO}_2$ . Образовавшаяся  $\text{CO}_2$  вновь окисляет поверхность и т.д.:



Обмен изотопами между молекулами СО через гетерообмен газовой фазы с поверхностным кислородом катализатора (без восстановления последнего) можно представить следующим образом: адсорбированная молекула монооксида углерода вступает в промежуточное взаимодействие с поверхностным кислородом, но при десорбции уносит один из атомов кислорода поверхности, оставляя свой кислород на поверхности. Многократное повторение этих процессов на одних и тех же активных центрах поверхности с новыми молекулами приведет к изотопному обмену в газовой фазе:



Экспериментальные данные показывают, что гомомолекулярный обмен СО на  $\text{La}_2\text{O}_3$

и  $9.5\%La_2O_3/\gamma Al_2O_3$  протекает по разным механизмам в области высоких и низких температур. Ниже  $25\text{ }^\circ\text{C}$  обмен, по-видимому, идет без участия кислорода катализатора, поскольку кислородный обмен между СО и поверхностью оксидов в этой области температур не наблюдался. Диссоциация СО при таких низких температурах нам кажется маловероятной, поэтому можно предполагать, что низкотемпературный обмен между молекулами СО идет по ассоциативному механизму, через образование слабо связанных с поверхностью комплексов из двух (или более) адсорбированных молекул СО. Энергия связи комплексов адсорбированной СО с поверхностью участвующих в обмене при низких температурах мала. Обмен между молекулами СО протекает с энергией активации порядка  $9\text{ кДж/моль}$ . При высоких (выше  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ) температурах обмен между молекулами СО протекает через вторую, более прочно связанную с поверхностью форму адсорбированной СО.

При этом одновременно с гомомолекулярным обменом наблюдается изотопный обмен между СО и кислородом поверхности катализаторов, что позволяет предположить участие в высокотемпературном обмене между молекулами СО наиболее подвижного кислорода катализатора в соответствии со схемой. Интервал температур  $25\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$  является переходным участком, характеризующимся протеканием обмена одновременно по двум механизмам, о чем свидетельствуют большие скорости обмена между молекулами СО по сравнению со скоростями гетерообмена при этих температурах. Минимум на кривой температурной зависимости скорости гомомолекулярного обмена можно объяснить увеличивающейся с ростом температуры блокировкой поверхности, вследствие упрочнения связи СО-поверхность катализатора, для протекания реакции по низкотемпературному механизму.

Таким образом, на основании исследования реакции изотопного обмена можно предположить образование на поверхности катализатора при адсорбции СО двух типов

поверхностных соединений. Первые – слабо связанные с поверхностью адсорбированные молекулы СО, способные ассоциировать друг с другом с образованием бимолекулярных комплексов. Вторые – комплексы адсорбированной СО с кислородом катализатора, распадающиеся при десорбции с выделением в газовую фазу СО. Автор выражает благодарность за помощь в выполнении экспериментальной части работы дипломнице Глуховой Юлии, сотруднику ВИМС им. Н.М. Федоровского к.т.н. Луговской И.Г. за выполненный дериватографический анализ, а также профессору РХТУ им. Менделеева Жаворонковой К.Н. за обсуждение результатов экспериментов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бреева Н.В. Подбор катализатора реакции изотопного уравнивания в молекулах СО, как стадии процесса получения  $^{13}\text{C}$  высокой концентрации методом низкотемпературной ректификации СО: дис. ... канд. хим. наук. – М., 2004. – 197 с.
2. Касаткина Л.А., Некипелова Л.Г. Исследование взаимодействия окиси углерода с поверхностью двуокиси марганца методом изотопного обмена // Кинетика и катализ. – 1973. – Т. 14 (№ 4). – С. 1003–1009.
3. Касаткина Л.А., Лихова Л.А., Сиушева Л.С. Низкотемпературный гомомолекулярный изотопный обмен монооксида углерода // Труды МХТИ им. Д.И. Менделеева. – 1984. – Вып. 130. – С. 120–125.
4. Некипелов В.Н., Касаткина Л.А. Реакция изотопного обмена в молекулах окиси углерода на окислах цинка и железа // Кинетика и катализ. – 1970. – Т. 11 (№ 3). – С. 683–691.
5. Некипелов В.Н., Касаткина Л.А. Реакции изотопного обмена окиси углерода на окиси цинка // Кинетика и катализ. – 1970. – Т. 11 (№ 4). – С. 910–915.
6. Новожилов А.Н., Слепышева О.А. Комплексный физико-химический анализ термического поведения промышленных образцов оксида лантана и неодима // Журн. неорг. химии. – 1990. – Т. 35 (№ 12). – С. 3076–3081.
7. Одаки А. Изотопные исследования гетерогенного катализа / под ред. Г.К. Борескова. – М.: Атомиздат, 1979. – 232 с.
8. Winter E.R.S. Exchange reactions of oxides. Part VIII. The homomolecular exchange of carbon monoxide // J. of the Chemical Society. – 1964. – P. 5781–5799.

УДК 66.099.2

**Макаренков Д.А., Назаров В.И.**

*Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАНУЛ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ И ВОДОРАСТВОРИМЫХ УДОБРЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ В ТУРБОЛОПАСТНЫХ СКОРОСТНЫХ ГРАНУЛЯТОРАХ**

**D. Makarenkov, V. Nazarov**

*Moscow state machine-building university*

### **INVESTIGATION OF THE STRUCTURE OF GRANULES OF COMPLEX AND WATER-SOLUBLE FERTILIZERS PRODUCED IN HIGH-SPEED GRANULATORS**

*Аннотация.* Проведены исследования процесса гранулирования органоминеральных и водорастворимых удобрений на турболопастном скоростном грануляторе. Рассмотрены особенности конструкции аппарата, позволяющие влиять на кинетику гранулообразования. Приведены экспериментальные данные по значениям выхода товарной фракции и прочностным характеристикам удобрения, в зависимости от технологических и конструктивных параметров аппарата. Определены диапазоны частоты вращения ротора, при которых не происходит дезагломерирования гранул. Рассмотрено структурообразование гранул с использованием методов электронно-сканирующей микроскопии.

*Ключевые слова:* гранулятор, удобрения, динамические нагрузки, структура материала, лопасть, стержневая насадка.

*Abstract.* Granulation process of complex and water-soluble fertilizers in a high-speed granulator is studied. The features of the granulator design, making it possible to influence the granulation kinetics, are considered. We present the experimental data on the values of the yield and strength characteristics of fertilizers as functions of technological and constructional parameters of the granulator. Rotor rotation frequencies, at which granules are not crushed, are determined. Structurization of granules is considered using the methods of scanning electron microscopy.

*Key words:* granulator, fertilizers, dynamic loads, material structure, blade, rod nozzle.

Одним из важнейших факторов интенсификации земледелия является внесение удобрений. В современных условиях проблемы управления плодородием почв при повышении урожайности культур решаются не только внесением в неё традиционных минеральных удобрений, но созданием новых видов продукции с использованием местных ресурсов. Для различных регионов России важным фактором является получение максимальной отдачи от вносимых под сельскохозяйственные культуры удобрений. С одной стороны, на основе известных рецептов минеральных удобрений проводят их модернизацию, учитывающую агрохимические свойства почв (так, выпускают известково-аммиачную селитру – CAN), а также разрабатывают новые марки органоминеральных удобрений (ОМУ) на основе местных ресурсов.

Современные виды удобрений характеризуются объединением минеральной и органической части, пролонгированностью действия при высокой концентрации действующих ве-

---

© Макаренков Д.А., Назаров В.И., 2013.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках ГК № 16.552.11.7054 от 12.07.2012 по теме «Проведение центром коллективного пользования комплексных исследований в области контроля качества химических реактивов и особо чистых химических веществ в рамках актуализации нормативно-технической документации и перехода на новые современные средства измерения для системной интеграции аналитических служб Российской Федерации в мировую систему менеджмента качества».

ществ. Основой органоминеральных удобрений является специально обработанное, с тем, чтобы выделить связанные гуминовые соединения, органическое вещество (им может быть птичий помет, перегной, навоз, торф, сапропель) [6]. В органическую часть удобрения вводятся в необходимом количестве все макро- и микроэлементы, используемые растениями. При получении комплексных водорастворимых удобрений необходимо обеспечить высокое содержание питательных веществ, узкий гранулометрический состав при минимальном размере конечного продукта. Такие высококонцентрированные удобрения применяются в системах капельного орошения садов при выращивании продукции в ограниченном корневом пространстве.

Для «связывания» всех составляющих в одно целое масса удобрения обязательно должна состоять из отдельных гранул – твердых окатанных комочков, подобных комочкам почвы по форме и по составу. В этом случае гуминовые кислоты, находящиеся в ней, переводят азотные, фосфорные и калийные удобрения в усвояемые растениями формы, одновременно закрепляя их в грануле, не давая самопроизвольно выйти на её поверхность. Для получения в непрерывном режиме гранул и однородных смесей, в том числе для введения в сыпучую шихту жидких компонентов, используются тарельчатые и скоростные грануляторы окатывания. Ранее в работах [4; 5] показана перспективность использования такого оборудования для получения комплексных минеральных и калийно-магниевых удобрений.

Для определения режимно-технологических параметров оборудования применительно к получению плотнопрочных материалов было проведено изучение особенностей процесса формирования гранул и динамики перемещаемых частиц в турболопастном грануляторе (ТЛСГ) с различными активными органами в виде лопаток и «бил». В Московском государственном машиностроительном университете разработаны технологии получения бесхлорных ОМУ и водорастворимых удобрений методами окатывания (на

тарельчатых и скоростных грануляторах). В технологии гранулирования ОМУ в качестве основной органической составляющей использовали низовой просеянный торф, а в производстве водорастворимых удобрений – соединения на основе солей соли азота, фосфора и калия.

Исходная шихта для производства ОМУ содержала в своем составе следующие компоненты: карбамид ( $d_3=2$  мм, в виде кристаллов призматической формы) (рис.1); аммофос в виде гранул ( $d_3=2$  мм) и порошка при соотношении 1:1; шлам с производства сернокислого семиводного магния, содержащий соли:  $Ca - 15\%$ ,  $Mg - 6\%$ ,  $S - 12\%$ ,  $B - 0,1\%$ ; магнезит каустический в виде мелкодисперсного порошка ( $d_r=200$  мкм); сульфат калия ( $K_2SO_4$ ) в виде мелкокристаллической порошка ( $d_3=0,2-0,8$  мм); низовой торф ( $d_3=0,2-0,8$  мм,  $W_{исх} = 45\%$ ); ретур-гранулы торфа и фосфорных удобрений, содержащие  $N$ ,  $P$ , и  $K$ , ( $d_3= 1,5-2$  мм). Необходимо отметить, что низинный торф содержит следующие соединения (кг/т): азот общий-( $7\div 9$ );  $P_2O_5$ -( $1,5\div 2,0$ );  $K_2O$ -( $0,6\div 1,0$ ).



Рис. 1. Призматическая форма частицы карбамид (x300).

Особенностью способа гранулирования является применение в качестве связующего шламовых растворов сульфата магния ( $pH=8$ ). Водорастворимое удобрение содержит в своем составе: соли калия, магния, аммиачной селитры, а в качестве связующего используется ортофосфорная кислота. Исследования формообразования гранул исследовали на пилотном (рис. 2) и промышленном грануляторе-смесителе ТЛГ-025 К02. Гранулятор состоит из цилиндрического

корпуса со штуцерами для загрузки сыпучих компонентов и выгрузки гранул, штуцером для ввода связующего. Внутри корпуса расположен вал с установленными на нем активными элементами: лопасти запитывающие, лопатки (стержни) перемешивающие, стержни очистки. Были определены оптимальные технологические режимы процесса скоростного гранулирования.

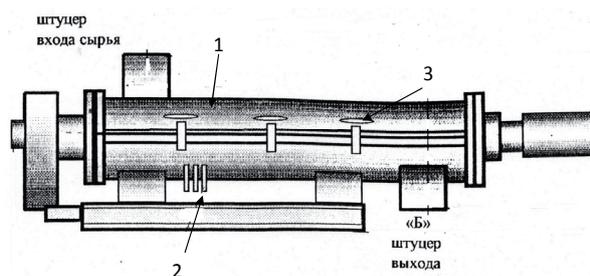


Рис. 2. Общий вид пилотного турболопастного скоростного гранулятора:

1 - корпус аппарата; 2 - форсунки для ввода связующего; 3 - транспортирующие лопасти (билы)

Установлено, что гранулирование происходит в тонком динамическом слое, который по спирали движется по стенке корпуса аппарата. Большие скорости перемещения частиц относительно корпуса (при скорости перемешивания от 5 до 20 м/с) и перемешивающих элементов обуславливают высокие динамические нагрузки на формируемые гранулы, интенсивное распределение жид-

кой фазы между частицами и, как следствие, кратковременность процесса. Были исследованы влияние конструктивных параметров (частота вращения вала, время гранулирования, тип лопастей, угол наклона лопастей) и свойств материала (влажность шихты, дисперсность шихты) на кинетику гранулообразования (табл. 1).

Установлено, что на выход товарной фракции в первую очередь влияет содержание связующего. При  $W_{исх}=19\%$  и  $n=550$  об/мин влаги не хватает для образования гранул и гранулометрический состав практически остается неизменным, независимо от времени проведения процесса. Фактически происходит процесс перемешивания шихты. Увеличение частоты вращения до  $n=(1020\div 1100)$  об/мин и времени гранулирования до  $\tau=3$  мин также не приводит к росту гранул. В реальных условиях необходимо учитывать содержание влаги в исходной шихте. В процессе гранулирования также должна быть обеспечена высокая точность дозирования как порошков, так и жидкой фазы. Поэтому в лопастном смесителе проводилось доувлажнение смеси до значений  $W=24\%$ . Из представленных результатов видно, что для этих параметров при  $n=(1020\div 1100)$  об/мин и  $\tau_{гр}=3$  мин, с одной стороны, происходит образование гранул размером  $d_3=1,5$  и  $d_3=2,5$  мм при частичной дезагломерации частиц товарной фракции с  $d_3=3,5$  мм. Максимальный

Таблица 1

**Выход товарной фракции гранул ОМУ 2,5-3,5 мм в зависимости от числа оборотов  $n$  (мин<sup>-1</sup>), влажности смеси при лопатках прямоугольной формы**

№ опыта	Общее время смешивания и гранулирования, мин	Влажность смеси, $W_{исх}$ %	Частота вращения вала, $n$ (об/мин)	Выход фракции (2,5÷3,5) мм
1	1	19	550	48,2
2	1,5	19	550	49,6
3	3	19	1050	48,0
4	1	24	550	79,1
5	1,5	24	550	76,6
6	3	24	1050	62,9

выход товарной фракции гранул ОМУ происходит при влажности шихты  $W_{исх} = 24\%$  и времени гранулирования от 1,0 до 1,5 минут. Характерный вид образующейся структуры органоминеральной гранулы при отборе проб в средней части гранулятора приведен на рис. 3. Структура гранулы и распределение в ней ключевых минеральных компонентов после выгрузки из ТЛСГ показана на рис. 4 и 5.

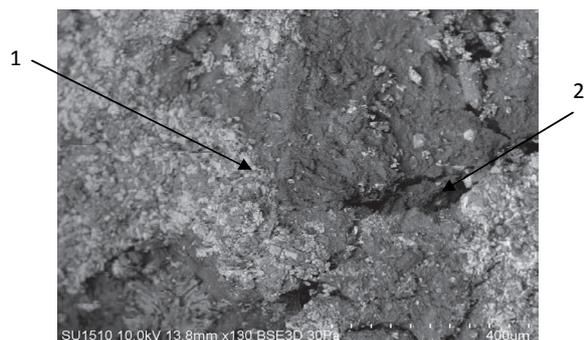


Рис. 3. Структура гранулы ОМУ при ее получении в ТЛСГ: 1- минеральная составляющая; 2- торф (использован электронно-сканирующий микроскоп Hitachi SU1510 аккредитованной лаборатории ФГУП «ИРЕА, x130)



Рис. 4. Срез гранулы по поверхности раздела органической и минеральной составляющей: 1- минеральные компоненты; 2- торф (x550)



Рис. 5. Распределение минеральных компонентов в объеме гранулы: 1- торф; 2- минеральные компоненты (x160)

Из снимков видно, что гранулы, получаемые при влажном гранулировании, представляют собой кристаллизационную структуру, образованную друзами кристаллов равномерно распределенных, в органической составляющей. Получение гранул с равномерно распределенными питательными элементами приводит к образованию органоминеральных комплексов. Это приводит к закреплению солей азота и калия в обменной форме, что уменьшает их подвижность, а соединения фосфора легко усваиваются растениями. За счет этого коэффициент использования питательных элементов из ОМУ достигает 90-95 %, и, как следствие, снижаются дозы внесения по сравнению с минеральными удобрениями.

Особенностью гранулирования водорастворимых удобрений (ВУ) являются более высокие требования по прочности конечного продукта по сравнению с ОМУ. Для этого увеличивают скорости перемещения частиц относительно корпуса гранулятора и динамические нагрузки на формируемые гранулы. Физическая сущность процесса агломерации порошкообразных частиц в присутствии жидкой фазы аналогична окатыванию и базируется на теории образования капиллярно-пористого тела [3]. При этом капиллярные силы в значительной степени определяют величину разрывной прочности. При сдвиге, особенно характерном при действии ударных кратковременных нагрузок о стержни ТЛСГ, жидкость является своеобразной

смазкой между частицами. При увеличении жидкости в межчастичном пространстве возникает «канатное» состояние капиллярной влаги. При «канатном» состоянии жидкой фазы между частицами действует капиллярное давление, и прочность гранулы в этом случае будет зависеть не только от количества влаги, но и от параметров исходных частиц. Количество связующего между частицами определяет величину силы сцепления между частицами и подвижность последних после приложения внешних сил. Необходимо учесть, что при увеличении влажности шихты агломерат приобретает упруго-пластические свойства, изменяется его реологическое состояние, причем роль упругой составляющей, определяемой силами сцепления частиц, по мере увеличения влажности падает. Поэтому в условиях кратковременных нагрузок для перемещения частиц и получения плотной упаковки необходимы большие динамические нагрузки.

В работах [1; 2] показано, что окружная скорость движения частиц на три порядка выше скорости перемещения вдоль оси гранулятора. Поэтому перемешивающие стержни, установленные на ТЛСГ, можно рассматривать как элементы наклонной плоскости, с которой частицы «пакета» ВУ сталкиваются в процессе их относительного движения. Каждый раз, когда частица сталкивается с корпусом и стержнями ТЛСГ, наблюдается её деформация во всех точках ее поверхности, и уплотнение происходит равномерно за короткий промежуток времени. Структура такой гранулы представляет собой плотно-прочный каркас, образованный в результате высоких динамических нагрузок (рис. 6а, 6б).

Формирование частицы осуществляется по углам и ребрам, так как на этих участках происходит утончение оболочек и увеличение сил электростатического притяжения. При этом значительные деформирующие воздействия приводят к вдавливанию более мелких частиц сульфата калия и аммиачной селитры в более крупные частицы карбамида (рис. 7).

Для подтверждения механизма гранулообразования ВУ были проведены наработки опытных партий удобрений с использованием ТЛГ-025 К02. Предварительно подготовленная шихта из бункера подавалась винтовым питателем в загрузочный бункер гранулятора. Одновременно в корпус гранулятора через форсунки вводили связующее. Перечень регулируемых параметров и их значения представлены в табл. 2. Гранулы ВУ, получаемые в скоростных грануляторах, отличаются однородностью фракционного состава (монодисперсностью). При больших скоростях движения гранул происходит их уплотнение и упрочнение. При этом величина энергии, передаваемая от одной гранулы к другой, в момент их столкновения не должна превысить работу разрушения. Благодаря воздействию перемешивающих органов (стержней) порошки гранулируются и перемещаются вдоль оси аппарата к разгрузочному патрубку. Процесс гранулирования при промышленном получении ВУ в аппарате протекает в несколько стадий: 1) смачивание, то есть проникновение влаги в пустоты между частицами, смачивание гидрофильных участков частиц и связывание их жидкостными мостиками; 2) перемешивание и гранулообразование, при этом процесс заполнения промежутков между частицами интенсифицируется и образу-

Таблица 2

**Значения технологических параметров ТЛГ-025 К02**

№	Наименование регулируемых параметров	Значения
1	Влажность гранулируемой шихты, %	5÷15
2	Производительность, кг/ч	50÷150
3	Частота вращения ротора, об/мин	2000; 2500; 3000
4	Скорость на концах стержней, м/с	9,4; 11,8; 14,1

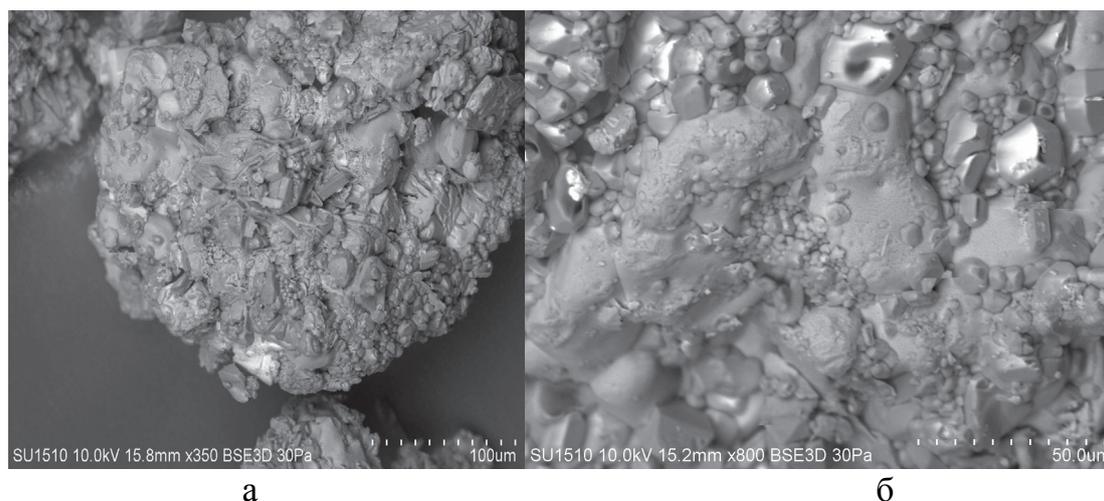


Рис. 6. Гранула ВУ полученная в ТЛСГ а- внешний вид гранулы (x 350); б- распределение кристаллических друз в структуре гранулы (x800)

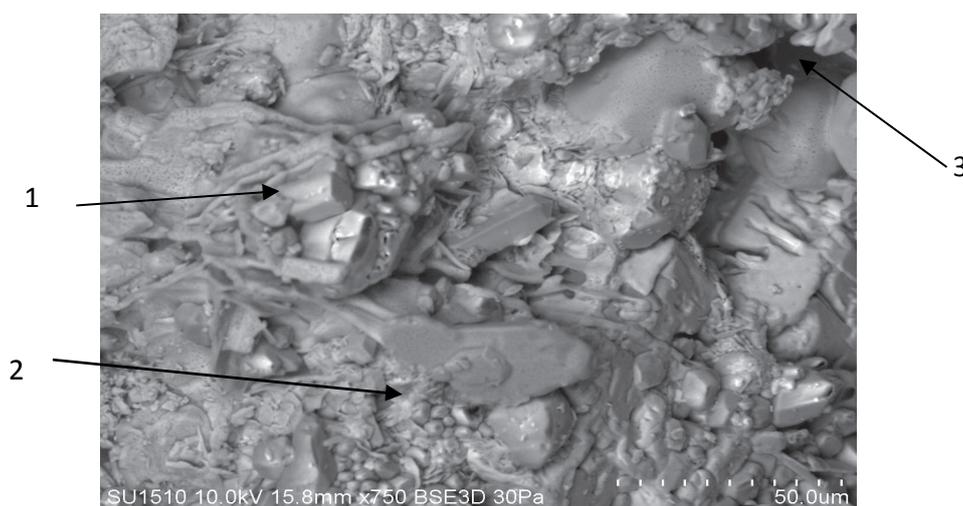


Рис. 7. Структурная модель ВУ: 1- частицы карбамида; 2- частицы сернокислого калия; №3- поры каркаса с иммобилизованной жидкостью и воздухом (x750)

ются прочные гранулы; 3) окатывание гранул при образовании мелкодисперсной крупки. При увеличении динамических нагрузок протекает стадия деагломерации, приводящая к резкому снижению товарной фракции.

Результаты анализа образцов ВУ показывают, что гранулирование в ТЛСГ приводит к повышению прочности гранул с уменьшением содержания в продукте пылевидных (< 0,3 мм) частиц. Выход товарной фракции при увеличении влажности до 15% составля-

ет (75÷80)%. Увеличение частоты вращения вала до 3000 мин<sup>-1</sup> приводит к измельчению крупки, что приводит к снижению товарной фракции до 40-50%. Проведенные исследования процесса гранулирования ОМУ на пилотной и промышленной установке позволили описать процесс скоростного гранулирования ОМУ и ВУ и дать рекомендации по режимным параметрам оборудования.

Размещенные на валу под углом к поперечному сечению корпуса лопатки отбрасы-

вают транспортируемые шнеком частицы из зоны загрузки на внутреннюю поверхность корпуса. За счет подобранного шага между лопатками и угла их наклона происходит образование на стенке корпуса тонкого слоя частиц, движущегося по спирали от патрубка загрузки к патрубку выгрузки. В зависимости от степени заполнения гранулятора может образовываться динамический слой разной толщины. Меняя время пребывания частиц в грануляторе и зазоры между лопатками и стенкой, можно регулировать гранулометрический состав продукта и сдвигать его в сторону укрупнения или уменьшения размера частиц. Угол наклона лопаток можно изменять от 45° до 15°, при этом обеспечивать движение частиц по спирали без образования застойных зон на внутренней поверхности корпуса.

По результатам проведенных исследований описан механизм гранулирования и структура получаемых гранул ОМУ и ВУ применительно к скоростным грануляторам окатывания, и можно сделать следующие выводы:

– гранулы ОМУ размером (2,5÷3,5) мм получаются в диапазоне частот вращения вала гранулятора от 550 до 1100 об/мин, при этом определен диапазон влажности шихты, при котором происходит гранулообразование материала ( $W_{исх} = 24\%$ );

– использование грануляторов скоростного типа, в которых агломерируемый материал испытывает высокие динамические нагрузки, позволяет увеличить выход товарной фракции ОМУ и ВУ;

– увеличение динамических нагрузок приводит к измельчению материала, увеличению числа мелких частиц.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гузь М.А. Разработка метода расчета окомкователя ротационного типа для мелкодисперсных материалов: дис. канд. техн. наук. – М., 1982. – 156 с.
2. Казаков А.И., Классен П.В. Скоростное гранулирование способы и установки // Химическая промышленность. – 1986. – №6. – С. 12–16.
3. Классен П.В., Гришаев И.Г., Шомин И.П. Гранулирование. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
4. Макаренко Д.А., Назаров В.И. Исследование процессов гранулирования комплексных удобрений с учётом физико-химических и реологических свойств компонентов // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2012. – № 2. – С. 49–54.
5. Макаренко Д.А., Назаров В.И. Особенности процесса гранулирования комплексных и органоминеральных удобрений в скоростных и тарельчатых грануляторах окатывания // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2012. – № 4. – С. 81–88.
6. Овчинникова К.Н. Технологии высокоэффективных удобрений для малых предприятий // Труды НИУИФ: 1919-2009. – М.: ОАО «НИУИФ», 2009. – С. 126–128.

УДК 504.054

**Титова К.В., Кокрятская Н.М.**

*Институт экологических проблем Севера  
Уральского отделения РАН (г. Архангельск)*

## **СОЕДИНЕНИЯ СЕРЫ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОСАДКАХ МАЛЫХ ОЗЕР ЮГО-ЗАПАДА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

**X. Titova, N. Kokryatskaya**

*Institute of Environmental Problems of the North,  
Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk*

### **SULFUR COMPOUNDS IN WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF SMALL LAKES OF THE SOUTH-WEST OF THE ARKHANGELSK REGION**

*Аннотация.* В статье приводятся результаты исследований особенностей распределения соединений серы, являющегося следствием протекания биогеохимических процессов цикла серы, в воде и донных отложениях двух малых озер юга Архангельской области. Объекты изучения (оз. Масельское и Святое) расположены в зоне средней тайги, относятся к водосборам разных морей и отличаются по степени антропогенной нагрузки.

*Ключевые слова:* озеро, донные отложения, соединения серы, сульфатредукция, концентрация, антропогенная нагрузка.

*Abstract.* Presented are results of the study of distribution of sulfur, which is a consequence of the flow of the biogeochemical sulfur cycle in water and sediments of two small lakes in the south of Arkhangelsk region. Objects of study (Lake Maselgskoe and Lake Svyatoye) are located in the middle taiga, but differ in the degree of anthropogenic pressure.

*Key words:* Arkhangelsk region, small lakes, sediments, sulfur compounds.

Для водоемов с преобладанием продукционных процессов в условиях возрастающей антропогенной и рекреационной нагрузок изучение анаэробных процессов деструкции органического вещества представляется актуальной проблемой. Одним из этих процессов является сульфатредукция, результат которой – образование токсичного соединения – сероводорода. Цель данной работы – понять особенности распределения соединений серы в воде и донных отложениях двух малых озер с разным уровнем антропогенного воздействия. Объекты исследования находятся на юго-западе Архангельской области (озеро Масельское – Каргопольский, озеро Святое – Коношский районы) в зоне средней тайги и относятся к категории малых – площадь их водной поверхности менее 10 км<sup>2</sup>. Деятельность ледника обусловила морфологические особенности данных водоемов (см. табл.).

Озеро Масельское находится на территории Кенозерского национального парка, интересной в геологическом аспекте – здесь проходит граница Балтийского кристаллического щита и Русской платформы [7]. Озловая гряда, разделяющая эти две структуры, выступает в роли водораздела двух морей: Балтийского и Белого, и следовательно, Атлантического и Северного ледовитого океанов. Озеро Масельское относится к первой группе. Оно не подвержено в настоящее время прямому антропогенному воздействию, испытывает лишь рекреационную нагрузку в связи с посещением парка туристами. Озеро Святое (Ротковецкая группа) относится к водосборному бассейну реки Онега (верхнему ее течению), бассейн Белого моря. В отличие от озера Масельского, оно подвержено влиянию хозяйственно-бытовой деятельности. На севере водоема находится деревня Климовская [9], в которой в настоящее время функционирует маслозавод.

Титова К.В., Кокрятская Н.М.

Морфометрические характеристики озер [4; 9]

Характеристики	Озера					
	Святое	станции		Масельгское	станции	
		SV	Smz		MG	MUG
Длина, км	4,30			6,5		
Наибольшая ширина, км	0,93	-	-	1,0	-	-
Средняя глубина, м	3,6			2,9		
Наибольшая глубина, м	16,0	16	5	20,0	19	5
Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	2,11			3,44		
Объем, км <sup>3</sup>	0,007490			0,01013		
Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	125			-		
Удельный водосбор	59,2	-	-	-	-	-
Среднегодовой сток с водосбора, км <sup>3</sup>	0,03445			-		
Условный водообмен	4,6			-		

Станции отбора проб для определения форм серы выбирались с учетом морфологических и гидрологических особенностей водоемов (см. рис. 1). Отбор проб выполнялся в соответствии с методом [2; 3]. Вода – полойно с помощью батометра, а донные отложения – трубкой ударного типа. Анализ проводился по методикам, представленным в [1; 8]. Приведены в работе результаты исследований образцов, отобранных в 2008-2010 гг. в период зимней и летней межени. Воды озера

Масельгского, относится к маломинерализованным (44,5–98,6 мкСм/см), а Святого – к среднеминерализованным (116-299 мкСм/см), гидрокарбонатного класса кальциевой группы. Средние величины рН водной толщи водоемов варьировали в пределах 6,3-7,5, минимальные значения отмечены для придонных горизонтов [5].

Для глубоководных станций озер в периоды зимней и летней стагнации наблюдается выраженная стратификация в содержании

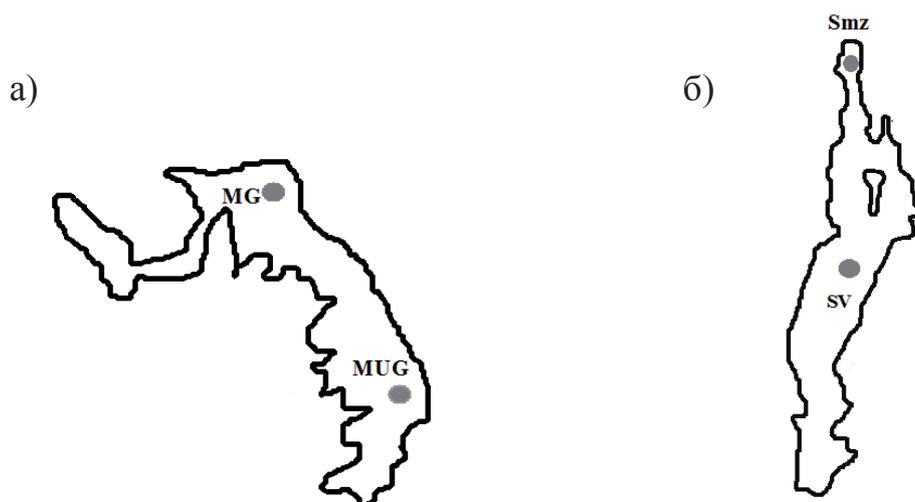


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб воды и донных отложений озер а) Масельгское и б) Святое

растворенного кислорода (от 9 мг/л в поверхностных слоях, вплоть до практически его полного исчерпания). На мелководных станциях кислород сохранялся еще на достаточно высоком уровне даже в придонных слоях во все климатические сезоны [5]. Концентрации растворенного сероводорода и сульфидов (находящихся в воде данных озер при указанных значениях рН в виде HS<sup>-</sup>-иона) были невелики. Для станции МГ (рис. 1 и 2а) средняя концентрация H<sub>2</sub>S составила 6,7 мкг/л, для станции SV (рис. 1 и 2б) была несколько больше – 10,5 мкг/л. Для водной толщи обоих озер отмечено присутствие в микроскопическом количестве сероводорода вплоть до поверхностного слоя и некоторое увеличение его концентрации в придонных слоях для обоих сезонов в среднем до 30 и 15 мкг/л для станций МГ и SV, соответственно. Для мелководных станций такие количества сероводорода несколько меньше, он в основном сосредоточен в придонном слое. Для летней межени 2008 г. и зимней 2009 г. не отмечено никаких тенденций в изменении содержания сероводорода: либо он отсутствует вовсе, либо распределение равномерно для всей водной толщи.

В целом увеличение концентрации сульфидов сопровождается снижением содержа-

ния растворенных сульфатов, которые являются одним из источников появления H<sub>2</sub>S в результате протекания сульфатредукции в воде изучаемых озер. Среднее содержание сульфатов в водной толще озера Масельского 4,96 мг/л, Святого – 3,85 мг/л. Малые количества сульфатов в воде, скорее всего, являются для этих озер сдерживающим фактором развития сульфатредукции. Также активизации этого процесса препятствует малая прозрачность воды, обусловленная наличием большого количества растворенных гуминовых веществ и коллоидов железа в анаэробных зонах. В результате того, что для вод обоих озер характерно преобладание продукции органического вещества (ОВ) над его деструкцией [5], в водной толще минерализация ОВ не завершена. Процессы разложения его продолжают в аэробно-анаэробных условиях донных отложений.

Отобранные илистые донные осадки значительные обогащены ОВ. Усредненное количество органического углерода в них составляло для озера Масельского 13,9 % (в расчете на сухой осадок), Святого – 10 %. Для их отложений отмечена большая влажность 88 и 82 %, соответственно, которая значительно снижалась для глинистых осадков станции МУГ (40-60 %). Среднее значение

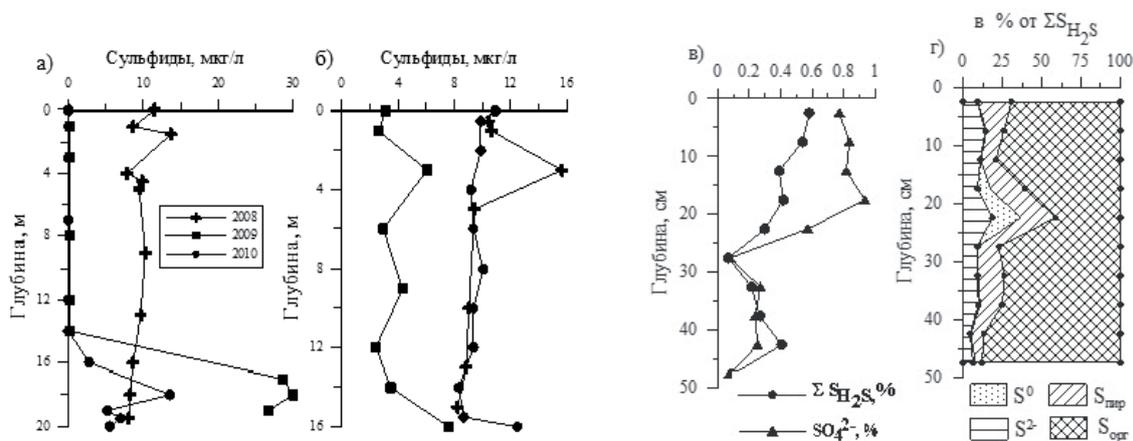


Рис. 2. Распределение сульфидов в воде озер а) Масельского (МГ) и б) Святого (Sv) и соединений восстановленной серы в донных отложениях оз. Масельского (в,г)

общего содержания серы в осадках обоих исследуемых озер составляет 0,50 % (в расчете на сухой осадок). На долю соединений восстановленной серы ( $\Sigma\text{SH}_2\text{S}$ ) приходится 50-60 %. Эти формы представлены в основном органической составляющей, пиритом, кислоторастворимыми сульфидами и элементной серой [6]. Концентрации сульфатов составляют в среднем 0,22 % (см. рис. 2в). Среди соединений восстановленной серы основную роль играет сера органических веществ  $S_{\text{орг}}$  – 71-73% от  $\Sigma\text{SH}_2\text{S}$ , доля сульфидных форм – 23 %, среди которых доминирующим является пирит (рис. 2г). Летний период характеризуется большим накоплением соединений восстановленной серы.

Для глубоководных отложений озера Масельского отмечено снижение содержания  $\Sigma\text{SH}_2\text{S}$  и сульфатов по мере погружения в толщу (рис. 2в). Для мелководной станции МУГ характерна такая же тенденция, но основной причиной снижения содержания серы здесь, скорее всего, служит смена илистых осадков на глинистые с меньшим содержанием ОВ. В поверхностных горизонтах сильнообводненных осадков (влажность 96 %), где основная часть сульфатов находится в жидкой фазе отложений, наблюдается активизация процесса сульфатредукции в оба сезона, что сопровождается увеличением концентрации пирита (среднее значение 0,07% (и его доли в  $\Sigma\text{SH}_2\text{S}$ ) и сульфидов в осадке. Летнюю активизацию ( $\Sigma\text{SH}_2\text{S}$  0,18 % без  $S_{\text{орг}}$ , концентрация сульфатов при этом составляет 0.30 %) можно связать с поступлением большого количества ОВ (20 % органического углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) в расчете на сухое вещество) – частично окисленного в аэробных условиях водной толщи. Зимняя активизация ( $\Sigma\text{SH}_2\text{S}$  0,27 % без  $S_{\text{орг}}$ , содержание сульфатов 0,70 %), скорее всего, обусловлена разложением накопившихся и оставшихся до этого времени органических веществ, происходящим в анаэробных условиях донных отложений – содержание  $C_{\text{орг}}$  еще довольно велико 17-18 %.

Несмотря на снижающееся количество ОВ (до 12 %) в толще отложений, увеличения концентраций сульфидных форм не от-

мечено, вероятно, в большей степени оно расходуется на восстановительные процессы других элементов, например железа, или денитрификацию. Относительно постоянное содержание, при некотором снижении, органической составляющей форм серы в толще отложений, вероятно, связано с трудно минерализуемой частью ОВ осадков или частичным образованием  $S_{\text{орг}}$  при взаимодействии продуктов разложения ОВ и сульфидов и элементной серы, на что косвенно указывает некоторое снижение содержания сульфатов (рис. 2в). Для донных осадков мелководной станции явно выраженной активизации процесса сульфатредукции не отмечено, концентрации всех форм серы здесь невелики, сульфаты составляют 0,02 % в расчете на сухой осадок.

В донных отложениях озера Святого сульфатредукция также протекает, но в целом уровень содержания соединений восстановленной серы ниже –  $\Sigma\text{SH}_2\text{S}$  0,05 % (без органической составляющей), как и содержания сульфатов, чем для осадков озера Масельского. Для осадков мелководной станции Smz хотя и не отмечено увеличения концентраций растворенного сероводорода в придонном слое воды, но концентрирование фосфатов и аммония имеет здесь место [5]. Это связано с наибольшей антропогенной нагрузкой северной части озера. Для толщи отложений озера Святого характерна следующая особенность. Отмечено, что в его нижних горизонтах увеличивается содержание сульфатов, причем наиболее отчетливо в зимний период, и наблюдается развитие процесса сульфатредукции –  $\Sigma\text{SH}_2\text{S}$  изменяется от 0,20 до 0,52 %. Так, при общем количестве соединений восстановленной серы 0,20 % (без органической составляющей) концентрация пирита достигала 0,18 % для станции Smz в марте.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить тот факт, что протекание процесса сульфатредукции наблюдается в естественных условиях в пресноводных водоемах не подверженных прямому антропогенному влиянию. Антропогенная нагрузка водосбор-

ных площадей изучаемых озер сказывается в основном косвенно на активизацию данного процесса – эвтрофикация водоемов, связанная с накоплением органического вещества в результате хозяйственно-бытовой деятельности населения, истощение кислорода на его окисление. Определяющим же фактором протекания анаэробного процесса сульфатредукции в воде и донных отложениях озер Масельского и Святого является наличие и количество сульфатов, а также доступность органического вещества.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ-Север №11-05-98802; программы Президиума РАН №12-П-5-1021; проекта УрО РАН № 12-У-5-1014.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Волков И.И., Жабина Н.Н. Методы определения различных соединений серы в морских осадках // Химический анализ морских осадков. – М.: Наука, 1980. – С. 5–27.
2. [ГОСТ 17.1.5.01-80]: Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность (дата введения в действие 01.01.1982 г.). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.
3. [ГОСТ Р 51592-2000]: Вода. Общие требования к отбору проб (дата введения в действие 30.06.2001 г.). – М.: Стандартиформ, 2008. – 48 с.
4. Козьмин А.К., Шатова В.В. Рыбохозяйственная характеристика озер Архангельской области. – Архангельск: Изд-во АГМА, 1997. – 80 с.
5. Кокрятская Н.М. Сезонные биогеохимические и микробиологические исследования малых озер таежной зоны Северо-Запада России (Архангельская область) / Н.М. Кокрятская, С.А. Забелина, А.С. Саввичев и др. // Водные ресурсы. – 2012. – Т. 39 (№ 1). – С. 78–91.
6. Остроумов Э.А. О формах соединений серы в отложениях Черного моря // Труды ин-та океанологии АН СССР, 1953. – Т. 7. – С. 70–90.
7. Природное и культурное наследие Кенозерского национального парка / Е.Ф. Шатковская, С.В. Торхов, Д.В. Тормосов и др. – Петрозаводск: ПетроПресс, 2002. – 175 с.
8. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
9. Широкова Л.С. Пространственно-временная структура бактериопланта и его роль в самоочищении малых озер Архангельской области: дисс. ... канд. биол. наук. – М., 2007. – 189 с.

## РАЗДЕЛ III. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 911+504.055

*Буц Ю.В.*

*Харьковский национальный университет  
им. В.Н. Каразина (г. Харьков)*

### ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА ВИДОВОЕ БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПОЙМЕННЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Y. Buts*

*V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv*

### INFLUENCE OF THE FIRE FACTOR ON SPECIFIC VARIETY OF FLOOD-PLAIN COMPLEXES

*Аннотация.* Представлены теоретические обобщения о роли пирогенного фактора в формировании, функционировании, устойчивости и динамике природных комплексов. В основе оценки состояния трансформируемых сообществ и сравнения их с нормой лежат важные показатели биоразнообразия: видовое богатство, видовая численность, выровненность, индекс доминирования и индекс биоразнообразия. Исследовано, что параметры видового биоразнообразия пойменных природных комплексов динамически изменяются после пожаров, что направлено на установление равновесия процессов их функционирования.

*Ключевые слова:* пирогенный фактор, природный

комплекс, видовое разнообразие.

*Abstract.* We report theoretical generalizations about the role of the fire factor in forming, functioning, stability and dynamics of natural complexes. The estimation of the state of the transformed communities and their comparison with the norm are based the important indexes of specific variety: specific riches, specific quantity, evened, prevailing index and index of specific variety. It is found that the parameters of specific variety of flood-plain complexes change dynamically after fires, which is directed at establishing an equilibrium of processes of their functioning.

*Keywords:* fire factor, natural complex, specific variety.

#### Постановка проблемы

Пожары в окружающей среде в течение тысячелетий оказывали разностороннее влияние на формирование природных комплексов. Пирогенный фактор влияет непосредственно на фитоценозы, а также предопределяет постпирогенное формирование растительных сообществ. В одном случае огонь лишь частично уничтожает растительный покров на некоторых участках природно-территориального комплекса, в других – прерывает жизнедеятельность всего фитоценоза, включая древостой. Целью представленной работы является анализ вли-

яния пирогенного фактора на видовое биоразнообразие пойменных природных комплексов на основе рассчитанных индексов видового разнообразия, а также обобщение полученных результатов по их динамичности.

### Объект и исходные материалы исследования

Наши исследования базировались на полевых экспериментах, в ходе которых описаны процессы восстановления фитоценоотического биоразнообразия природных комплексов, испытавших пирогенное влияние, в пределах поймы р. Уды. Была заложена сеть ключевых участков, каждый из которых состоит из двух частей: контрольной и экспериментальной.

### Методы исследований

В основе оценки состояния трансформируемых сообществ и сравнения их с нормой или контролем лежат важные показатели биоразнообразия: видовое богатство, видовая численность, выровненность, индекс доминирования и индекс биоразнообразия [1-3].

Индекс видового богатства Маргалефа ( $d$ ) рассчитывается по формуле

$$d = \frac{S - 1}{\log_e N},$$

где:  $S$  – число видов,  $N$  – число особей.

Индекс Симпсона ( $c$ ) или показатель доминирования – по формуле

$$c = \sum_{i=1}^n \left( \frac{n_i}{N} \right).$$

Индекс биоразнообразия ( $i$ ) – по формуле

$$i = 1 - \sum_{i=1}^n \left( \frac{n_i}{N} \right)^2,$$

где:  $n_i$  – оценка значительности каждого вида (численность, биомасса и др.), а  $N$  – сумма оценок значительности.

Индекс Шеннона ( $H$ ) – по формуле

$$H = - \sum \frac{n_i}{N \log(n_i / N)}.$$

Индексы Симпсона и Шеннона содержат комбинацию аналогичных компонентов, поэтому представляют собой обобщенные индексы биоразнообразия. Индекс Симпсона показывает «концентрацию» доминирования – его величина тем выше, чем больше доминирование одного или нескольких видов.

Индекс выровненности Пиелу ( $E$ ) рассчитаем по формуле

$$E = \frac{H}{\log_e S},$$

где:  $H$  – индекс Шеннона;  $S$  – число видов.

В качестве показателей, характеризующих динамику параметров видового биоразнообразия, нами были рассчитаны коэффициенты варибельности ( $V_{\phi}$ ,  $V_{\sigma}$ ). Показатель изменчивости  $U$  вычислялся отношением разницы максимальной и минимальной величины параметра к его средней величине [5; 6]. Также определялось среднее арифметическое значение каждого параметра видового биоразнообразия ( $\bar{x}_{\phi}$ ,  $\bar{x}_{\sigma}$ ). Результаты проведенных расчетов представлены в табл. 1.

### Результаты исследований и их обсуждение

Анализ состояния исследованных пойменных природных комплексов на контрольных участках и участках, которые испытали влияние пирогенного фактора, показал четкую причинно-следственную связь изменения показателей, характеризующих их биоразнообразие на реакцию огня. Индекс видового богатства ( $d$ ) выступает объективным качественным параметром локального (в нашем случае), ландшафтного, регионального

Таблица 1

**Параметры видового биоразнообразия пойменных природных комплексов**

Параметр видового биоразнообразия	$\bar{\chi}_o$	$\bar{\chi}_a$	$V_\phi$	$V_a$	$U_\phi$	$U_a$
Индекс видового богатства, $d$	0,68	0,63	0,31	0,22	0,044	0,031
Индекс доминирования Симпсона, $c$	0,87	0,65	0,16	2,52	0,023	0,36
Индекс биоразнообразия Симпсона, $i$	0,13	0,36	1,09	4,58	0,15	0,65
Индекс Шеннона, $H$	13,69	3,75	15,29	77,98	0,22	1,102
Индекс выровненности Пиелу, $E$	19,84	5,43	15,29	78,08	0,28	0,64

и глобального биоразнообразия. Усредненные расчетные значения данного показателя указывают на обеднение видового богатства экспериментальных участков после прохождения пожара. Показательным параметром состояния сообществ является классический показатель качества биоты – индекс биоразнообразия [1-3]. Используемые нами для анализа индексы Шеннона ( $H$ ) и Симпсона ( $i$ ) позволяют наглядно и достоверно демонстрировать степень трансформации растительных сообществ пойменных природных комплексов, испытавших пирогенное влияние.

Качественная оценка состояния сообществ, которые функционируют в условиях антропогенного влияния разной природы и интенсивности, должна базироваться на показателе выровненности. Выровненность Пиелу ( $E$ ), как более важная характеристика структуры сообщества, надежно интерпретирует степень устойчивости и биоразнообразия биотического комплекса в природных условиях. Биоразнообразии сообществ тем выше, чем больше показатель его выровненности. Суть показателя выровненности обнаруживает амплитуду возможных флуктуационных колебаний численности видовых популяций сообщества в условиях биотической насыщенности среды. Фактически данный показатель указывает на степень равномерности распределения видов по их численности в сообществе. Многочленные сообщества, состоящие из немногочислен-

ного количества популяций, отмечаются более высокой экологической устойчивостью, чем малочленные, в состав которых входят многочисленные популяции. Следовательно, выровненность достоверно характеризует устойчивость количественными параметрами – видовым богатством и численностью видов [4].

Привлекательными для статистического сравнения являются рассчитанные коэффициенты вариации и показатели изменчивости параметров биоразнообразия исследованных природных комплексов. По показателю вариабельности индекс Симпсона пирогенно трансформированных природных комплексов превышает фоновый почти в 4 раза, по индексу Шеннона и индексу выровненности Пиелу – более чем в 5 раз. Аналогичная ситуация наблюдается и в отношении показателя изменчивости. Таким образом, можем констатировать, что влияние пирогенного фактора на пойменные природные комплексы приводит к повышению динамичности показателей видового биоразнообразия, которое заключается во флуктуационных отклонениях индексов биоразнообразия и вычисленных статистических показателей.

### Выводы

Результаты проведенных исследований показали, что фитоценотические сообщества пойменных природных комплексов реагируют на стрессовое проявление пирогенного

фактора изменением главных параметров биоразнообразия (видовое богатство, видовая численность, индексы Шеннона и Симпсона, выровненность Пиелу). По показателю variability индекс биоразнообразия Симпсона пирогенно трансформируемых природных комплексов превышает фоновый почти в 4 раза, по индексу Шеннона и индексу выровненности Пиелу – более чем в 5 раз. Следовательно, можем констатировать, что влияние пирогенного фактора на фитоценозы пойменных природных комплексов приводит к повышению динамичности показателей видового биоразнообразия, которое заключается в флуктуационных отклонениях индексов биоразнообразия и рассчитанных статистических показателей.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бигон М., Харпер Дж. Экология. Особи, популяції и сообщество. – М.: Мир, 1989. – 477 с.
2. Мегарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 173 с.
3. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986. – 376 с.
4. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
5. Федоров В.Д. Устойчивость экологических систем и ее измерение // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1974. – № 3. – С. 402–415.
6. Шашуловский В.А. Динамика устойчивости экосистемы Волгоградского водохранилища / В.А. Шашуловский, С.С. Мосияш, Ю.А. Малинина и др. // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 3. – С. 325–335.

УДК 502.63(09):050

**Гармаш Т.П.**

*Полтавский национальный технический университет  
им. Юрия Кондратюка (Украина)*

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕССА В ФОРМИРОВАНИИ ОСНОВ  
ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: РЕАЛИЗАЦИЯ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ И ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИЙ  
(ПОЛТАВСКАЯ ГУБЕРНИЯ СЕРЕДИНЫ XIX СТ.)**

**T. Harmash**

*Poltava National Technical University  
named after Yuri Kondratyuk (Ukraine)*

**REGIONAL PRESS IN SHAPING THE FOUNDATIONS  
OF ENVIRONMENTAL ACTIVITIES: IMPLEMENTATION  
OF THE INFORMATIONAL AND EDUCATIONAL FUNCTIONS  
(POLTAVA GUBERNIA OF THE MID-NINETEENTH CENTURY)**

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы места и роли губернской прессы в пропаганде идей охраны природных богатств региона, становлении социально-экономического направления природоохранной деятельности. Автором проанализированы материалы газеты «Полтавские губернские ведомости» – первого периодического издания губернии. Публикации имели практическую направленность, имея целью ориентировать население на ведение хозяйства на основе рационального природопользования. В практической направленности публикаций раскрывается их воспитательный потенциал: развитие интереса к изучению законов природы, ее исследованию, воспитание бережного отношения к природным богатствам.

*Ключевые слова:* земельные ресурсы, охрана леса, укрепление подвижных песков, изучение природных явлений.

*Abstract.* We report the place and role of the provincial press in promoting the ideas of protection of the natural resources of the region, the establishment of social and economic direction of environmental activities. We analyze the newspaper 'Vedomosti of Poltava Gubernia' – the first periodical publication in Poltava. The publications are characterized by the practical orientation, orient population to engage in farming based on the rational use of natural resources. The practical orientation of publications discloses their upbringing potential: the development of interest in the study of the laws of nature, upbringing of careful attitude to the natural resources.

*Key words:* land resources, forest protection, strengthening of moving sands, study of natural phenomena.

В современных условиях все большую актуальность приобретают проблемы экологической безопасности населения. В значительной мере их обострение связывают с переходом экономики на рыночные отношения и ее нестабильностью в этот период. Особенно наглядно проблемы проявились в 1992-1996 гг., когда начиналась варварская, почти бесконтрольная эксплуатация природных ресурсов [12]. Угроза воздействия негативных факторов экономики на окружающую природную среду и ухудшение при этом экологической ситуации находится в прямой зависимости не только от уровня развития экономики, но и готовности общества осознать важность этих проблем. Значительную часть ущерба, который наносится природе, относят к низкой экологической культуре и слабой осведомленности населения. Мощным механизмом воздействия на массы, способным вызвать интерес к той или иной проблеме, является пресса, что подчеркивает значение средств массовой информации в экологическом просвещении.

Исследуя становление природоохранного дела в Полтавской губернии и тот факт, что в середине XIX ст. средства массовой информации были основным инструментом формирования индивидуального и общественного сознания, мы обратились к изучению материалов газеты «Полтавские губернские ведомости», которая функционировала как официальный орган, являясь единственным источником официальной информации на Полтавщине [21]. Тематический диапазон публикаций природоохранного содержания сформировался под влиянием П.И. Бодянского: избирался действительным членом Русского географического общества, членом-корреспондентом Московского сельскохозяйственного общества, членом-сотрудником Полтавского агрономического общества, а также ряда других обществ, комитетов и отделов; с 1841 г. редактировал губернскую газету на протяжении двадцати пяти лет [1; 5].

Важное значение имело многообразие рубрик газеты. В газете функционировала тематическая страница «О производительных силах России», материалы ее знакомили с использованием природных ресурсов государства. В области информационного внимания редакции находились статистические материалы, ориентирующие на рациональное природопользование, подчеркивая богатство, высокое плодородие полтавских земель и роль человека в освоении природы. Эти вопросы газета поднимает уже в сороковых годах. В 1845 г. под криптографом Т. И. В. Э. О. помещена публикация «Влияние климата на земледелие» [19]. Статья предостерегает о возможном негативном (как сознательном, так и неосознанном) влиянии хозяйственной деятельности человека на природу.

Одна из информационно насыщенных тем – лесоразведение, что для Полтавщины было актуальным. Газета вводила Полтавский регион в общегосударственную тему относительно распределения леса по губерниям, поскольку в четырех губерниях (Пермской, Олонецкой, Вологодской и Архангельской) приходилось от 12 до 110 десятин леса на жителя, в 22-х губерниях – менее 1 десятины. На-

ибольшая разница установилась между Вологодской и губерниями Полтавской, Курской, Подольской и Бессарабской область: первая соотносится с последующими как 127:1 [14]. Статья «Пространство лесов в России, соразмерно с ее населением» призывала к охране лесного массива, рациональному его использованию, ставя в прямую зависимость достаточное количество леса «от лесного хозяйства и степени сбережения лесов» [14, с. 159]. Это подтверждалось статистическим материалом: площадь леса на одного жителя в России сопоставлена с Францией, Пруссией, Австрией соответственно как 129:10, 90:10, 62:10; причем  $\frac{1}{2}$  десят. леса определено достаточным для удовлетворения нужд населения. Однако в Австрии не ощущалось нехватки леса, хотя на жителя не приходилось  $\frac{1}{2}$  десятины. Во Франции среднее количество леса не составляло даже  $\frac{1}{4}$  десятин на жителя [14]. Научную информацию о состоянии лесов Украины читатели имели возможность получить из материала о речи профессора В.М. Черняева, произнесенной первого сентября 1857 г. на торжественном собрании Императорского Харьковского университета [6].

Неисчерпаемой сокровищницей природных богатств России были степи, которые занимали  $\frac{1}{5}$  европейской части государства [3]. Газета раскрывала перспективы степного лесоразведения, советуя использовать для закладки новых лесов многочисленные овраги. К отмеченному циклу относим статьи 1852 г. «Распределение почвы в отношении к ее возделыванию», «О материальном и общественном состоянии городов в Европейской России». В справочник лесных пород деревьев укладывается ряд публикаций 1850-1852 гг., которые знакомят с полезными свойствами деревьев: тополя (в Полтавской губернии дерево появилось в начале XIX ст.), черной ольхи, вербы белой, березы, сосны, лещины, терновника, боярышника. Действенной пропагандой лесонасаждений можно рассматривать статью С. Лаврентьева «О разведении деревьев» [4]. Автором рекомендован семенной материал, ценные породы рассадника лесных пород деревьев Горигорецкого земледельче-

ского института. К сведению почитателей лесоводства автор предлагал результаты своих наблюдений и практические рекомендации по посадке и уходу за саженцами.

На укрепление песков ориентировала публикация «Средство успешно разводить на юге хвойные породы», посвященная опыту разведения хвойных деревьев в Умани. Определено назначение материала: «Заметкою этой могут, кажется, воспользоваться те хозяева южных наших губерний, которые бы имели в планах разведение отдельных хвойных пород в местах так бедных на лесную растительность» [18, с. 55]. Как весьма доступное практическое средство укрепления песков советовали посечь корни пырея и высеять «в песчаной степи» и гарантировали: при условии не выпасать на таких землях домашних животных «через 3–4 года здесь будет хороший сенокос» [15, с. 145].

Отдельные публикации посвящены сезонным работам, что предопределяет появление тематических циклов в последующих губернских изданиях. Показательными являются публикации об обязательной весенней очистке лугов от нанесенных камней, мусора, корней деревьев и предостережении от преждевременного выпаса домашнего скота на степных лугах [2]. На предупреждение повреждений почвы ориентировала информация «О сенокосе» [9]. Идеей охраны природы пронизана статья «О родниках». Она содержит прямой призыв к сбережению «драгоценностей» природы [8, с. 257] и дает советы относительно возможного поднятия источников с детализацией процесса.

Газета освещала научные исследования в сфере природопользования. В 1852 году населению доведены инициативы Ученого комитета Министерства государственных имуществ Российской империи, который приглашал к проведению, за разработанным положением, наблюдений и опытов над дикорастущими кормовыми травами – для определения их пригодности к выращиванию на различных почвах как с целью полевых севооборотов, так и для посева на природных лугах и пастбищах [7]. За поданные удовлетворительные описания

и проведенные опыты с малоизвестными дикорастущими травами предусматривалось награждение: большие и малые золотые и серебряные медали, денежные премии от 150 до 50 червонцев. К описаниям необходимо было приложить семена и полный гербарий с указанием местного названия травы и, по возможности, ботанического названия на латинском языке. Отмеченные наградами работы министерство обязывалось напечатать за свой счет, при этом 300 экземпляров бесплатно передать автору.

В течение ряда лет газета уделяла внимание вопросам изучения явлений природы. Статья «О влиянии Луны на растительное и ископаемое царства природы» раскрывала тайны посева лекарственных, огородных, фруктовых, лесных растений и предостерегала от ошибок во время заготовки древесины, посылаясь исключительно на естественные процессы жизни растений, зависящие от фаз Луны [20]. Несмотря на существующие новейшие технологии, советы относительно поднятия урожайности плодовых деревьев и кустарников, ухода за ними и борьбы с болезнями интересны и полезны для современного читателя.

Ряд статей за 1850, 1852 гг. в рубрике «Предзнаменование погоды» ориентируют на взаимосвязь всех компонентов природы, их исследование, сопоставление; на этой основе учили предвидеть погоду – по определенным изменениям в воздухе; наблюдая за небесными телами (солнцем, луной, звездами, тучами), поведением животных, птиц, насекомых, растений. Интерес вызывает обычный перечень названий статей: «Предзнаменование погоды. Дождя, снега, мороза, ветра и других воздушных перемен», «Признаки погоды. Замечания по солнцу и другим небесным телам», «Признаки погоды. Замечания по паукам и другим насекомым», «Признаки погоды. Замечания по облакам и другим явлениям в атмосфере», «Признаки погоды. Замечания по червям, рыбам и земноводным», «Барометр из пиявок» и др. Повышенное внимание к изучению погоды объясняется спецификой регионального хо-

зяйства – сельскохозяйственное направление. Кроме традиционных сезонных обзоров погоды и взглядов на ожидаемый урожай, подавались материалы обобщающего (например, температура зимы в Полтаве в двадцатипятилетний период) и сравнительного характера (температура зимы в Полтаве и С.-Петербурге) [17; 16].

Успешное ведение личного хозяйства ставилось в зависимость от изучения окружающей природной среды. Так, газета советовала хозяевам быть весьма осторожными в выборе места для выпаса овец [10], ссылаясь на примеры массового отравления животных в мае 1843 г. в одном из французских департаментов. Исследование содержимого желудков погибших овец подтверждало наличие ядовитого вещества, которое содержится в травянистом растении лютик ползучий (*Ranunculus repens*), что и вызвало гибель животных. Здесь же было рекомендовано и лечение. Газета освещала проблемы интенсификации отдельных отраслей хозяйства. В 1845 г. был начат многолетний цикл «Садоводство». В 1850 г. в связи с актуализацией правительственного почина о развитии шелководства в губернии газета помещала статьи о разведении тутовых деревьев и особенностях ухода за ними.

Не утратили актуальности и в наше время сообщения и статьи на тему народной медицины и гигиены: «Сбережение здоровья в жаркое время года», «Искусство сохранять продолжительную молодость», «Одна из главных причин близорукости в наше время», «Вода, употребляемая для питья», «Несколько замечаний о содержании новорожденных детей» и т. п. Ароматом живих цветов советовали не только наслаждаться, но знать в этом мере, на что обращала внимание статья «Влияние запаха цветов на здоровье».

С середины XIX в. прибавилось пришедшее с Запада совершенно новое направление в охране природы – покровительство животным. Газета подает статьи: «Полезные животные, которых должно оберегать», «Охранение по-

лезных животных» [13; 11]. И если первая статья имеет чисто агитационное направление, то во второй автор осуждает привычку людей к грубому, жестокому обхождению не только с дикими, но и домашними животными.

В 60-е годы неофициальная часть газеты «Полтавские губернские ведомости» все чаще начинает обращаться к историческим публикациям. Тема рационального природопользования, охраны природы переходит на страницы популярного во второй половине XIX-начале XX в. журнала «Хуторянин» (печатного органа Полтавского сельскохозяйственного общества). Проведенный анализ сохранившихся публикаций журнала за 1896-1917 гг. свидетельствует об активной позиции и высоком уровне информационно-пропагандистской деятельности Полтавского сельскохозяйственного общества, губернского земства в деле охраны природных ресурсов региона.

Из 40-х гг. XIX ст. «Полтавские губернские ведомости» отражают первые попытки пропаганды в средствах массовой информации утилитарной природоохраны в регионе (посадка леса, закрепление песков и т. д.), тем самым отражая зарождение социально-экономического направления природоохранной деятельности. Газета сыграла важную роль в распространении знаний о природе и природных явлениях среди населения, способствуя формированию общественного мнения жителей региона, став публичной ареной их консолидации вокруг значимых проблем. Принимая во внимание факт утраты (прежде всего в годы Великой Отечественной войны) многих архивных документов XIX ст., эти публикации приобретают статус первоисточников (в нашем случае – для изучения вопросов становления природоохранной деятельности). Роль современных средств массовой информации с прошедшей эпохи необыкновенно возросла. Но в формах и способах подачи экологических сюжетов, формировании экологической грамотности находит свое место информационное наследие прошлого.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Бучневич В.Е. Записки о Полтаве и ее памятниках. – Полтава: Типо-Литография Губернского правления, 1902. – 449 с.
2. [Ж. М. Г. И.] Опыт простонародного наставления в сельском хозяйстве. Луга // Полтавские губернские ведомости. – 1850. – № 48. – С. 409–412.
3. Климат, естественное плодородие и наружный вид почвы // Полтавские губернские ведомости. – 1852. – № 14. – С. 105–108.
4. Лаврентьев С. О разведении деревьев // Полтавские губернские ведомости. – 1850. – № 19. – С. 176–180.
5. Некролог [П. Бодянский] // Полтавские епархиальные ведомости. Н.Ч. – 1867. – № 12. – С. 466–468.
6. О лесах Украины: речь, произнесенная в торжественном собрании Императорского Харьковского университета, 1 сентября 1857 года, заслуженным профессором В.М. Черняевым // Полтавские губернские ведомости. – 1858. – № 43. – С. 329–333.
7. О наблюдениях и опытах над дикорастущими кормовыми травами // Полтавские губернские ведомости. – 1852. – № 19. – С. 145–150.
8. О родниках // Полтавские губернские ведомости. – 1854. – № 32. – С. 257–259.
9. О сенокосе // Полтавские губернские ведомости. – 1852. – № 24. – С. 189.
10. Отравление мериносовых овец на пастбищах // Полтавские губернские ведомости. – 1845. – № 21. – С. 204–205.
11. Охранение полезных животных. Об охране ежа // Полтавские губернские ведомости. – 1861. – № 24. – С. 175–176.
12. Подлесная М.А. Экологические проблемы и местные СМИ // Участие. Социальная экология регионов России. – М.: Институт социологии РАН, 2004. – № 13. – С. 23–34.
13. Полезные животные, которых должно оберегать // Полтавские губернские ведомости. – 1850. – № 42. – С. 365–366.
14. Пространство лесов в России, соразмерно с ее населением // Полтавские губернские ведомости. – 1852. – № 18. – С. 158–159.
15. Способ укрепить песчаный грунт и сделать его травяносым // Полтавские губернские ведомости. – 1852. – № 18. – С. 145.
16. Сравнительная температура зимы в Полтаве и С.-Петербурге // Полтавские губернские ведомости. – 1850. – № 14. – С. 134–136.
17. Средняя температура зимы в Полтаве в двадцатипятилетний период // Полтавские губернские ведомости. – 1850. – № 13. – С. 125–127.
18. Средство успешно разводить на юге хвойные породы // Полтавские губернские ведомости. – 1852. – № 7. – С. 55.
19. [Т. И. В. Э. О.] Влияние климата на земледелие // Полтавские губернские ведомости. – 1845. – № 21. – С. 203–204.
20. [Э. З.] О влиянии Луны на растительное и ископаемое царства природы // Полтавские губернские ведомости. – 1854. – № 33. – С. 267–268.
21. Пустовіт Т. «Полтавські губернські відомості» – перше періодичне видання Полтавщини // Край. – 2008. – № 49 (55). – С. 18–20.

## РАЗДЕЛ IV. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ЭКОЛОГИИ

УДК 37.033(470.311)

*Дунаева Е.А.*

*Московский государственный областной университет*

### ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*E. Dunaeva*

*Moscow State Regional University*

#### ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ENVIRONMENTAL ACTIVITY IN MUNICIPAL EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF THE MOSCOW REGION

*Аннотация.* Рассмотрены результаты мониторинга организации учебной деятельности учащихся по экологии. Показаны модели обучения экологии, используемые в образовательных учреждениях Московской области. Выявлено, что большинство учащихся школ получает экологические знания в рамках изучения различных школьных предметов. Изучение экологии согласно однопредметной модели обучения происходит, преимущественно, при организации внеурочной деятельности и в учреждениях дополнительного образования. Приведены методические рекомендации по организации этих форм работы.

*Ключевые слова:* экологическое образование, дополнительное образование, Федеральный государственный образовательный стандарт.

*Abstract.* We consider the results of the research focused on the forms of organization of the educational activity directed at teaching ecology. Models used in the process of environmental education at schools of the Moscow region are presented. It is found that the majority of school pupils receive some ecological knowledge in studying other school subjects. Ecology as a subject is mainly studied during extra-curriculum hours and at institutions of further education. Therefore, methodical recommendations of the organization of these forms of activity are presented.

*Keywords:* environmental education, additional education, Federal state educational standard.

Вопросам экологического образования всегда уделялось большое внимание. Это подчеркивается и в новых образовательных стандартах. Так, во втором разделе Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) основного общего образования среди прочих требований к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования отдельным пунктом отмечается «формирование основ экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления, развитие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической де-

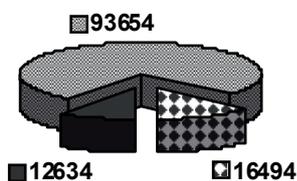
тельности в жизненных ситуациях», а также сказано, что необходимо «формирование и развитие экологического мышления, умение применять его в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации» [3]. В то же время учебный план начальной и базовой школы согласно ФГОС не предполагает отдельного предмета «Экология», а учебный материал экологического содержания должен быть интегрирован в другие школьные дисциплины.

Отсутствие учебной дисциплины, содержащей обобщенный материал экологического содержания, на наш взгляд, затрудняет формирование экологического мышления. В связи с этим необходимо разработать такую систему работы со школьниками, которая бы позволила целенаправленно и эффективно формировать и развивать экологические компетенции учащихся. Нам представляется, что важным звеном в этой системе может выступить дополнительное образование. В этом вопросе наша точка зрения совпадает с мнением Теплова Д.Л., который отмечает, что структура учреждений дополнительного образования, формы и методы их работы предоставляют большие возможности для внедрения новых идей в процесс воспитания.

Для выяснения актуальных проблем, связанных с организацией учебной экологической деятельности, возникающих у учителей и педагогов дополнительного образования, мы провели исследование форм экологической работы с учащимися школ и учреждений

дополнительного образования. При нашем непосредственном участии Центр по работе с одаренными детьми и учителями Московской области ГОУ ВПО МГОУ по заданию Министерства в 2010-2011 учебном году проводил сбор информации о формах организации учебной деятельности, направленной на изучение экологии, и о количестве обучающихся, вовлеченных в процесс экологического образования. Опрос проводился в учреждениях общего среднего образования, а также в учреждениях дополнительного образования. Всего в сборе данных приняло участие 803 образовательных учреждения из 41 муниципального образования. Анализ показал (см. рис. 1), что в основном в школах Московской области используются такие формы организации учебной экологической деятельности, как внеурочная деятельность, изучение экологии на уроках (в рамках однопредметной и многопредметной моделей), а также в системе дополнительного образования.

На момент проведения нашего исследования, ряд школ Московской области ещё использовали региональный компонент для того, чтобы преподавать экологию как отдельную учебную дисциплину. В связи с переходом на новые стандарты однопредметная модель преподавания не предусмотрена для начальной и основной школы. В то же время Ясвин В.А. и Дерябо С.Д. подчеркивают, что младший подростковый возраст — это период, особенно благоприятный для целенаправленного формирования экологи-



- Учебный предмет "Экология" - 4,24%
- Внеурочная деятельность - 31,46%
- Дополнительное образование - 5,04%

Рис. 1. Количество обучающихся, вовлечённых в экологическое образование, по формам организации учебной деятельности

ческого сознания [1]. Уровень сформированности, или, как отмечает Ермаков Д.С., «качество сознания», определяет экологическую деятельность человека, который, выступая её субъектом, не просто изменяет, но и создает новую экологическую среду [2]. В ФГОС отмечается, что планируемые результаты, соответствующие приведенным выше требованиям, должны являться содержательной и критериальной основой для разработки рабочих программ учебных предметов и учебно-методической литературы, рабочих программ курсов внеурочной деятельности. Таким образом, в связи с переходом на новый образовательный стандарт, который не предусматривает проведение отдельного предмета «экология», ещё большее значение будут приобретать такие формы организации учебной деятельности, как внеклассная работа и дополнительное образование.

Следует отметить, что в школах области в связи с отсутствием в учебных планах предмета «Экология» знания по данному направлению большая часть школьников (285173 человека) получают в рамках изучения других образовательных дисциплин: «Окружающий мир», «Природоведение», «Краеведение», «Биология», «Химия», «География», «ОБЖ», «Технология», а также на элективных курсах, во время внеурочной деятельности и в системе дополнительного образования. Роль двух последних форм организации деятельности школьников в системе экологического образования представляла особый интерес в рамках проведенного исследования. Согласно толкованию, приведенному в глоссарии ФГОС, внеурочная (внеучебная) деятельность учащихся определяется как «Деятельностная организация на основе вариативной составляющей базисного учебного (образовательного) плана, организуемая участниками образовательного процесса, отличная от урочной системы обучения: экскурсии, ... поисковые и научные исследования и т.д.; занятия по направлениям внеучебной деятельности учащихся, позволяющие в полной мере реализовать требования ФГОС общего образования» [1].

В ходе исследования было выявлено, что в 30 муниципальных образованиях (528 образовательных учреждений) организовано проведение элективных курсов по вопросам экологии, которые посещает 5006 человек, что составляет 1,68 % от общего количества учащихся. В большинстве образовательных учреждений Московской области делается попытка компенсировать отсутствие учебной дисциплины «Экология» внеклассной работой. Наиболее распространёнными формами экологической работы являются экологические кружки, клубы, школьные научные общества, факультативы и экологические акции. Внеклассной работой охвачено 93654 школьника, что составляет 31,46 % от общего количества учащихся, согласно собранным данным. За 2009-2010 учебный год в разовых экологических акциях по очистке водоёмов и лесов, изготовлению кормушек, защите животных и др. приняло участие 10073 учащихся или 3,38 %.

В полной (средней) школе экология не является обязательной для изучения дисциплиной. Поэтому мы считаем, что основное внимание в вопросе изучения экологии следует уделить дополнительному образованию, поскольку именно оно имеет большие перспективы развития. Наше исследование показало, что важным моментом является разработка не только программ, но и методических рекомендаций по организации деятельности школьников в системе дополнительного образования. В подготовленном в свое время (16 июля 2001 года), но не вступившем в силу законе «О Дополнительном образовании» (гл. 1, ст. 1), было дано следующее определение: «Дополнительное образование – целенаправленный процесс воспитания и обучения посредством реализации дополнительных образовательных программ, оказание дополнительных образовательных услуг и осуществления образовательно-информационной деятельности за пределами основных образовательных программ в интересах человека, общества и государства» [4]. Нами были обработаны данные о 154 учреждениях, в которых обучается 16494 человека в возраст-

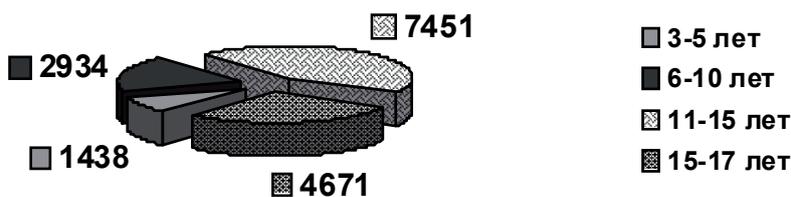


Рис. 2. Количество обучающихся, занимающихся вопросами экологии в учреждениях дополнительного образования

те от 3 до 17 лет (рис. 2). Их анализ показал, что вопросам экологического образования и воспитания учреждения дополнительного образования Московской области уделяют значительное внимание.

Проанализировав информацию, полученную от образовательных учреждений Московской области, мы выявили, что систематическая работа по экологическому образованию и воспитанию реализуется преимущественно через следующие формы деятельности школьников: внеурочная деятельность и дополнительное образование. Наше исследование показало, что при многих образовательных учреждениях, а также учреждениях дополнительного образования работают детские экологические кружки, созданы научные экологические сообщества. Они активно сотрудничают с различными общественными организациями экологической направленности, среди которых WWF (Всемирный фонд дикой природы), национальный парк «Лосиный остров», Институт биохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского (ГЕОХИ РАН), факультет экологии педагогического университета имени М.А. Шолохова, Центр по работе с одаренными детьми МГОУ.

Нами было также отмечено, что абсолютное большинство учащихся школ получает определенные экологические знания в рамках изучения различных школьных предметов. Меньшую роль играет изучение экологии в школе согласно однопредметной модели обу-

чения. Целенаправленное изучение экологии как учебного предмета происходит при организации внеурочной деятельности, а также в учреждениях дополнительного образования, в связи с чем большую роль приобретает разработка методических рекомендаций организации этих форм деятельности. Кроме того, следует отметить практическую направленность экологической работы со школьниками. По нашему мнению, работа с экологическими проектами, как исследовательскими, так и учебными, а также разработка методик организации этого вида деятельности является целесообразной и перспективной.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Дерябо С.Д., Ясвин В.А. Экологическая педагогика и психология. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 480 с.
2. Ермаков Д.С. Формирование экологической компетентности учащихся. – М.: МИОО, 2009. – 180 с.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт / Федеральный государственный образовательный стандарт [сайт]. URL: <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=6408> (дата обращения: 26.03.2013).
4. Федеральный закон «О дополнительном образовании» (принят Государственной Думой 12 июля 2001 года, одобрен Советом Федерации 20 июля и отклонен Президентом Российской Федерации 8 августа 2001 года) / Бизнес-образование в России и за рубежом: федеральный экспертный канал [сайт]. URL: <http://www.ubo.ru/normative/1/> (дата обращения: 26.03.2013).

УДК: 372.857

**Калмыкова Е.Н.**

*Московский государственный областной университет*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ**

**E. Kalmykova**

*Moscow state regional university*

### **ORGANIZATION OF STUDENT'S EDUCATIONAL ACTIVITY AT BIOLOGY LESSONS**

*Аннотация.* В статье рассмотрен лежащий в основе Федеральных государственных образовательных стандартов системно-деятельностный подход, нацеливающий на организацию активной учебно-познавательной деятельности обучающихся, а также построение образовательного процесса с учётом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся. Описана разработанная автором методика организации коллективной учебно-познавательной деятельности и приведены результаты обследования развития у учащихся познавательной активности и самостоятельности, формирования умений самостоятельной работы, положительной мотивации и интереса к изучению биологии при применении этой методики.

*Ключевые слова:* системно-деятельностный подход, коллективная учебно-познавательная деятельность, индивидуально-групповая методика организации учебно-воспитательного процесса.

*Abstract.* We consider the system-active approach (forming the basis of the Federal State Educational Standards), which is used in the organization of teaching cognitive activity of students. The educational process takes into account individual, age, psychological and physiological characteristics of each student. Our methodical organization of collective teaching cognitive activity stimulates the development of individual work and activity of each student. The above-mentioned features help to improve individual work, positive motivation and interest in biology.

*Keywords:* system-active approach, collective teaching cognitive activity, individual team methodology of organization of teaching and educational process.

Развитие общества ставит перед школой новые задачи по совершенствованию учебно-воспитательного процесса. Современное образование должно создавать условия для развития способностей, интересов и склонностей учащихся, следовательно, способствовать развитию личности. Одна из задач современной школы заключается в научении каждого школьника сознательно и творчески управлять своей учебной деятельностью, ориентироваться в стремительном потоке учебной информации. Постоянное обновление содержания образования, быстро меняющиеся приоритеты накладывают отпечаток на учебно-познавательный процесс, требуют переосмысления и перестройки его организации.

В настоящее время школы готовятся к переходу на новые Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС), в основе которых лежит системно-деятельностный (компетентностный) подход, ориентированный на активную учебно-познавательную деятельность обучающихся; построение образовательного процесса с учётом индивидуальных возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся. Переход на новые образовательные стандарты связан с организацией самостоятельной познавательной деятельности учащихся, направлен на формирование универсальных учебных действий

[10, с. 1-3]. По проблеме видов организации учебной деятельности учащихся накоплен опыт в виде различных научных публикаций и работ диссертационного характера. Этот вопрос раскрывается в исследованиях психологов, педагогов, методистов (Ю.М. Бабанского, Н.М. Верзилина, М.Д. Виноградовой, В.В. Всесвятского, В.М. Корсунской, А.Н. Лентьева, В.В. Пасечника, С.Л. Рубинштейна, Д.И. Трайтака, П.И. Пидкасистого, И.Б. Первина и др.). Изучение опыта преподавания биологии показывает, что эта проблема остаётся одной из наиболее важных, всегда представляющей интерес, а с переходом на ФГОС она становится ещё более актуальной.

Учебно-познавательная деятельность – это взаимосвязанная деятельность субъектов образовательного процесса – учителя и ученика, являющаяся фундаментальным этапом человеческой деятельности, где закладывается общее умение учащихся осуществлять деятельность, необходимым условием формирования которого является тщательное проектирование педагогом образовательного процесса и прежде всего системы деятельности учащихся [2, с. 32-33]. Учебно-познавательная деятельность учащихся имеет общую основную структуру: цель – потребность – мотив – задача – содержание – средства (действия) – результаты – контроль [3, с. 36].

В настоящее время в практике школы ведущим видом обучения является объяснительно-иллюстративное обучение, основоположником которого является Ян Амос Коменский. Объяснительно-иллюстративное обучение имеет следующие достоинства: экономит время; доступность; систематичность; наглядность; полнота изложения материала; последовательность; сберегает силы учителей и учеников; облегчает ученикам понимание сложных знаний; обеспечивает эффективное управление процессом обучения [5, с. 27-31]. Характерной особенностью объяснительно-иллюстративной познавательной деятельности является то, что основным источником знаний для учащихся является учитель. При этом учащиеся получают знания в готовом виде, а учитель создаёт условия, чтобы эти

знания стали осознанными и прочными. В связи с этим для активизации познавательной деятельности учащихся в учебный процесс вводятся различные виды самостоятельных работ. Но и в этом случае основным недостатком объяснительно-иллюстративного обучения является то, что деятельность учащихся остаётся репродуктивной, так как они используют знания полученные в готовом виде. Ещё одним недостатком объяснительно-иллюстративного обучения является то, что оно не предусматривает активного общения учащихся между собой в процессе активной деятельности.

В настоящее время ведётся активный поиск системы обучения, которая была бы столь же гибкой, как объяснительно-иллюстративная, но базировалась бы на самостоятельной деятельности учащихся и позволяла бы учащимся активно общаться между собой. На наш взгляд, такая система обучения может базироваться на коллективной познавательной деятельности учащихся. Коллективная учебно-познавательная деятельность позволяет успешно решать многие актуальные проблемы обучения и воспитания, и в частности такие, как формирование интереса к учению, воспитание коллектива, трудолюбия, ответственности как качеств личности [8, с. 8]. И.Б. Первин выделяет основные уровни коллективной учебно-познавательной деятельности: фронтальная работа в классе, работа в статичных парах, групповая организация учебных занятий межгрупповая работа, фронтально-коллективная деятельность. На наш взгляд, фронтальную работу в классе и фронтально-коллективную деятельность целесообразно относить к деятельности в коллективе, поскольку при этом происходит одновременное участие всех учащихся в деятельности, не расчленённых на группы, а выступающих как объединённый коллектив [8, с. 124-127].

Школьная практика показывает, что именно групповая работа наиболее перспективна при организации коллективной учебно-познавательной деятельности учащихся. Изучив педагогическую литературу и школьную практику, мы пришли к выводу, что наиболее

успешно в школе может быть реализована индивидуально-групповая методика организации учебно-воспитательного процесса, которая способствует развитию мышления, интересов и склонностей учащихся, активному общению учащихся между собой, формированию работы в коллективе. Важным этапом индивидуально-групповой организации учебного процесса является формирование групп. Каждая группа имеет свою структуру, которая определяется численным составом, целями и задачами, стоящими перед ней, обязанностями и функциями ее членов, а также характером взаимосвязей между ними. Наиболее благоприятные условия для работы, как правило, бывают в группах численностью 4-6 человек [6, с. 23-24].

Наше исследование проводилось в МБОУ СОШ №31 города Мытищи Московской области, среди учащихся 7-х классов. Нами проводилась проверка эффективности индивидуально-групповой методики обучения. В ходе исследования в классе учащимися изучалась тема «Тип плоские черви. Тип круглые черви. Тип кольчатые черви». При проведении исследования нами были реализованы рекомендации по выделению этапов, предложенные В.В. Пасечником [6, с. 25-27].

**1. Инструктаж** – вводная беседа или лекция, на которой учитель рассматривает наиболее важные идеи, понятия темы, обращает внимание на межпредметные связи; формулирует познавательные и проблемные задачи, которые учащимся придется решать в процессе изучения темы. **2. Самостоятельная работа школьников** с последующим обсуждением её результатов внутри каждой группы. Работа проводится по инструктажу, заранее разработанному учителем. При составлении инструкции должны быть учтены особенности учащихся класса и состав группы, специфика изучаемого материала, наличие различных средств обучения. **3. Систематизация и коррекция знаний.** Учитель проверяет, как усваивается школьниками самостоятельно изученный материал, выявляет осмысленность усвоенных знаний и способность учащихся использовать их на практике. **4. Заклю-**

**тельный этап** включает обобщение и оценку знаний школьников. Опыт показывает, что обобщение и оценку знаний учащихся целесообразно проводить через 4-6 уроков.

### Результаты исследования

В ходе исследования мы проводили анкетирование и беседу среди учителей биологии Москвы и Московской области. Анализ опроса учителей позволил выявить следующие факты: (1) основной причиной, обуславливающей уровень подготовки учащихся, по мнению большинства учителей, является сложность учебного материала, а также отсутствие мотивации у учащихся; (2) часть учителей испытывают трудности при включении учащихся в активную познавательную деятельность в процессе организации самостоятельной работы учащихся и осуществления руководства ею; (3) обучение в школах Москвы и Московской области ведётся в основном по традиционной методике и значительно реже, эпизодически учителя организуют коллективную деятельность учащихся (в малых группах и в сменных парах).

По мнению учителей, использование в практике школы индивидуально-групповой методики обучения позволяет адаптировать уровень сложности и содержания учебного материала к возрастным и индивидуальным особенностям учащихся, повысить интерес и мотивацию у учащихся к биологии, сделать процесс обучения более увлекательным и доступным. В ходе исследования нами также был проведён опрос учащихся. Учащимся было предложено высказать своё отношение к индивидуально-групповой методике. Большинство учащихся предпочитают заниматься по индивидуально-групповой методике. Среди ответов учащихся были следующие высказывания: в группе удобно и просто, интереснее и веселее; в группе легче воспринимается учебный материал; можно общаться друг с другом на равных; поддержка друзей, можно быть куратором; много оценок.

Таким образом, можно сделать вывод, что индивидуально-групповая методика обуче-

ния удобна и эффективна как для учителей, так и для учащихся. Учащимся, занимающимся по данной методике, нравится учиться, а изучать биологию им становится просто и интересно. В группах учащихся устанавливается психологический комфорт, подкреплением которому является возможность получения хороших оценок, поддержка со стороны учителя. Важно отметить, что в процессе изучения темы внутри группы также создаётся возможность для активного общения с друзьями, которое способствует самоутверждению и самореализации учащихся в среде сверстников, сотрудничеству в поисках истины, в поисках нового знания, в приумножении познанного.

В ходе исследования нами проводилась проверка качества знаний учащихся, занимающихся по индивидуально-групповой методике. Уровень знаний учащихся по биологии в контрольных классах, занимающихся по традиционной методике, и в экспериментальных классах, занимающихся по индивидуально-групповой методике, существенно не различался. Анализ результатов предварительного контрольного среза после изучения темы «Тип плоские черви. Тип круглые черви. Тип кольчатые черви» показывает, что при обучении по индивидуально-групповой методике качество знаний в экспериментальных классах (72%) несколько выше, чем в контрольных классах (68%), где занятия проводятся по традиционной методике. Также важно отметить, что в экспериментальных классах количество правильно и полно ответивших учеников (44%) больше, чем в контрольных классах; а количество учеников, не справившихся с заданием (4%), в экспериментальных классах значительно ниже, чем в контрольных классах.

Через шесть недель нами был проведён повторный контрольный срез по теме «Тип Плоские черви. Тип Круглые черви. Тип кольчатые черви». Задания контрольных срезов при этом оставались неизменными. Результаты повторных срезов показывают, что качество знаний после повторного среза у учащихся, работавших по индивидуаль-

но-групповой методике (80%) становятся значительно выше, чем у учащихся, обучающихся по традиционной методике (68%). После повторного среза результаты в экспериментальных классах, обучающихся по индивидуально-групповой методике, значительно повысились. Важно отметить, что при повторном срезе в экспериментальных классах все ученики справились с заданием. Количество учеников в этих же классах, давших правильные и полные ответы, по сравнению с первым срезом, также повысилось (от 44% до 52%). Таким образом, результаты эксперимента показали эффективность индивидуально-групповой методики при организации учебно-познавательной деятельности и доказали необходимость её применения.

### Выводы

Результаты проведённого нами исследования подтвердили выводы, сделанные в исследовании В.В. Пасечника, что коллективная учебно-познавательная деятельность способствует развитию у учащихся познавательной активности и самостоятельности, оказывает плодотворное влияние на формирование приёмов умственных действий, навыков самостоятельной работы, положительной мотивации и интереса к изучению биологии, позволяет дифференцировать и индивидуализировать задания для учащихся с учётом их способностей и степени самостоятельности.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Блинов Л.В. Коллективная познавательная деятельность учащихся на уроке и во внеклассной работе // Биология в школе. – № 6. – 1989. – С. 31–33.
2. Жемулин С.А. Феномен учебной деятельности в педагогической теории и практике // Наука и школа. – 2008. – № 2. – С. 32–33.
3. Максимова В.Н. Современный урок биологии: пособие для учителя / В.Н. Максимова, Г.Е. Ковалёва, Д.П. Гольнева и др. – М.: Просвещение, 1985. – 160 с.
4. Мижериков В.А. Словарь-справочник по педагогике / под общ. ред. П.И. Пидкасистого. – М.: ТЦ «Сфера», 2004. – 448 с.

5. Новиков А.М. Формы обучения в современных условиях // Специалист. – 2006. – № 1. – С. 27–31.
6. Пасечник В.В. Организация индивидуально-групповой познавательной деятельности учащихся на уроке // Биология в школе. – 1991. – № 6. – С. 23–27.
7. Пасечник В.В. Теория и практика организации учебно-познавательной деятельности учащихся в процессе обучения биологии: дис...док. пед. наук. – М., 1994. – 269 с.
8. Первин И.Б. Коллективная учебно-познавательная деятельность школьников. – М.: Педагогика, 1985. – 144 с.
9. Пидкасистый П.И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении: теоретико-экспериментальное исследование. – М.: Педагогика, 1980. – 240 с.
10. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом министра образования и науки Российской Федерации А.А. Фурсенко от 17.12.2010 г. № 1897). – М.: Минобрнауки РФ, 2010. – 50 с.

## НАШИ АВТОРЫ

**Арешидзе Давид Александрович** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Научно-образовательного центра биологии клетки и прикладной биотехнологии института Московского государственного областного университета; e-mail: Nihilist78@mail.ru

**Аронбаев Сергей Дмитриевич** – аспирант кафедры неорганической и органической химии Самаркандского государственного университета, Узбекистан; e-mail: diron51@mail.ru

**Асланова Санубар Ширинали кызы** – диссертант кафедры методики преподавания биологии Бакинского государственного университета (Азербайджан); e-mail: mpanah@mail.ru

**Ахундов Акиф Гамзаевич** – кандидат биологических наук, заведующий кафедрой физиологии Нахичеванского государственного университета (Азербайджан); e-mail: namik.s@mail.ru.

**Бабаев Ханага Физули оглы** – доктор философских наук по биологии, руководитель лаборатории фармакологии физиологических активных веществ Института физиологии им. А.И. Караева Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azereczaci@mail.ru

**Бреева Надежда Владимировна** – научный сотрудник Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева (г. Москва), e-mail: n\_breeva@mail.ru

**Буц Юрий Васильевич** – кандидат географических наук, доцент, академик Международной академии безопасности жизнедеятельности, доцент кафедры экологической безопасности и экологического образования Харьковского национального университета им. В.Н.Каразина; e-mail: butsyura@ukr.net

**Вейко Наталья Николаевна** – доктор биологических наук, заведующая лабораторией молекулярной биологии Медико-генетического научного центра Российской академии медицинских наук (г. Москва); e-mail: oksana.chvartack@mail.ru

**Гармаш Татьяна Петровна** — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии Полтавского национального технического университета им. Юрия Кондратюка (Украина); e-mail: tania16-01@mail.ru

**Гасымов Шакир Наби оглы** – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Центрального ботанического сада Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

**Гулямова Ташхон Гафуровна** – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией Института микробиологии Академии наук Республики Узбекистан (г. Ташкент); e-mail: azmbi@mail.ru

**Гурбанов Эльшад Маджнун оглу** – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ботаники Бакинского государственного университета (Азербайджан); e-mail: mpanah@mail.ru

**Девятков Андрей Григорьевич** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кафедры высших растений Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; e-mail: adeviatov@yandex.ru

**Дунаева Елизавета Андреевна** – аспирант кафедры методики преподавания биологии, географии и экологии Московского государственного областного университета; e-mail: vetka\_zelenaya@mail.ru

**Исгендерова Тунзала Гасан кызы** – старший преподаватель Гянджинского государственного университета (Азербайджан); e-mail: mpanah@mail.ru

**Калмыкова Елена Николаевна** – магистр 2 курса Московского государственного областного университета; e-mail: ele39903@yandex.ru

**Каримова Феруза Абдусаттаровна** – младший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии физиологически активных соединений Института микробиологии Академии наук Республики Узбекистан (г. Ташкент); e-mail: azmbi@mail.ru

**Касимов Рафик Юнусович** – доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Азербайджана, главный научный сотрудник Института физиологии им. А.И. Караева Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

**Клыгина Татьяна Эдуардовна** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства Россельхозакадемии (д. Верея, Московская область); e-mail: teklygina@mail.ru

**Кокрятская Наталья Михайловна** – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории экоаналитических исследований Института экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук (г. Архангельск); e-mail: nkokr@yandex.ru

**Костюк Светлана Викторовна** – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной биологии Медико-генетического научного центра Российской академии медицинских наук (г. Москва); e-mail: oksana.chvartack@mail.ru

**Кулиева Севиндж Кадир кызы** – младший научный сотрудник Центрального ботанического сада Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

**Леунов Владимир Иванович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом селекции и семеноводства Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства Россельхозакадемии (д. Верея, Московская область); e-mail: vileunov@mail.ru

**Лобанова Ксения Валентиновна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии физиологически активных соединений Института микробиологии Академии наук Республики Узбекистан (г. Ташкент); e-mail: azmbi@mail.ru

**Макаренков Дмитрий Анатольевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры ЮНЕСКО «Техника экологически чистых производств» Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ) (Университет машиностроения); e-mail: makarenkovd@gmail.com

**Мамедов Зияддин Мансим оглы** – доктор биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии Бакинского государственного университета (Азербайджан); e-mail: mpanah@mail.ru

**Мелик-Гусейнов Валерий Владимирович** – доктор биологических наук, профессор кафедры фармации Пятигорского филиала Волгоградского государственного медицинского университета; e-mail: pharmval@mail.ru

**Минлиятова Светлана Петровна** – младший научный сотрудник Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (г. Петропавловск-Камчатский); e-mail: minliyatova@mail.ru

**Мирзоева Басти Гошун кызы** – докторант Бакинского государственного университета (Азербайджан); e-mail: mpanah@mail.ru

**Молоканова Юлия Павловна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии и экологии человека с основами медицинских знаний Московского государственного областного университета; e-mail: turdus-m@yandex.ru

**Назаров Вячеслав Иванович** – кандидат технических наук, доцент кафедры ЮНЕСКО «Техника экологически чистых производств» Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ) (Университет машиностроения), Почетный работник высшего профессионального образования РФ; e-mail: nazarov\_vi41@mail.ru

**Попович Антон Владимирович** – соискатель кафедры ботаники и основ сельского хозяйства Московского государственного областного университета; e-mail: antonio220386@rambler.ru

**Расулова Гульчехра Абраровна** – младший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии физиологически активных соединений Института микробиологии Академии наук Республики Узбекистан (г. Ташкент); e-mail: azmbi@mail.ru

**Рузиева Диларам Муталибовна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии физиологически активных соединений Института микробиологии Академии наук Республики Узбекистан (г. Ташкент); e-mail: azmbi@mail.ru

**Рустамов Эльхан Керимович** – доктор биологических наук, заведующий лабораторией Института физиологии Национальной академии наук Азербайджана им. А.И. Караева (г. Баку); e-mail: azmbi@mail.ru

**Севастьянова Галина Андреевна** – доктор биологических наук, профессор кафедры органической и биологической химии Московского педагогического государственного университета; e-mail: oksana.chvartack@mail.ru

**Снисаренко Татьяна Александровна** – доктор биологических наук, профессор, руководитель Научно-образовательного центра биологии клетки и прикладной биотехнологии Московского государственного областного университета; e-mail: snisarenko\_t@rambler.ru

**Тимченко Людмила Дмитриевна** – доктор ветеринарных наук, профессор кафедры общей биологии Северо-Кавказского федерального университета (г. Ставрополь); e-mail: labim@stavsu.ru

**Титова Ксения Владимировна** – младший научный сотрудник Института экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук (г. Архангельск); e-mail: ksyu\_sev@mail.ru

**Тхамокова Фатима Кушбиевна** – аспирант кафедры фармации Пятигорского филиала Волгоградского государственного медицинского университета, преподаватель фармакогнозии медицинского колледжа фармацевтического отделения Кабардино-Балкарского государственного университета (г. Нальчик); e-mail: pharmval@mail.ru

**Ховрин Александр Николаевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции столовых корнеплодов и лука отдела селекции и семеноводства Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства Россельхозакадемии; (д. Верея, Московская область) e-mail: han62poisk@mail.ru

**Чвартацкая Оксана Викторовна** – аспирант кафедры органической и биологической химии Московского педагогического государственного университета; e-mail: oksana.chvartack@mail.ru

**Шильников Дмитрий Сергеевич** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук (Эколого-ботаническая станция «Пятигорск»); e-mail: pharmval@mail.ru

**Эминов Азер Уршан оглы** – младший научный сотрудник Института физиологии им. А.И. Караева Национальной академии наук Азербайджана (г. Баку); e-mail: azereczaci@mail.ru

**Юрковская Мария Евгеньевна** – младший научный сотрудник лабораторией селекции столовых корнеплодов и лука отдела селекции и семеноводства Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства Россельхозакадемии (д. Верея, Московская область); e-mail: mariyrk@mail.ru