ISSN 2077-1746

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

### Odessa National University Herald

Вестник Одесского национального университета

•

# ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

**ТОМ** 15. Випуск 6 Біологія

Присвячується 145-річчю Одеського національного університету імені І.І. Мечникова

2010

### ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Том 15. Випуск 6. 2010 Біологія

Українською та російською мовами

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації: серія КВ № 11455-328Р від 07.07.2006 р.

Вища атестаційна комісія України визнала журнал фаховим виданням. Постанова Президії ВАК України № 1-05/6 від 14 червня 2007 р.

Рекомендовано до друку вченою радою Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

**Редакційна колегія журналу:** В. А. Сминтина (головний редактор), О. В. Запорожченко (заступник головного редактора), В. О. Іваниця (заступник головного редактора), Є. Л. Стрельцов (заступник головного редактора), С. М. Андрієвський, Ю. Ф. Ваксман, Л. М. Голубенко, В. В. Заморов, І. М. Коваль, В. Г. Кушнір, В. В. Менчук, В. І. Труба, А. В. Тюрін, Є. А. Черкез, Є. М. Черноіваненко

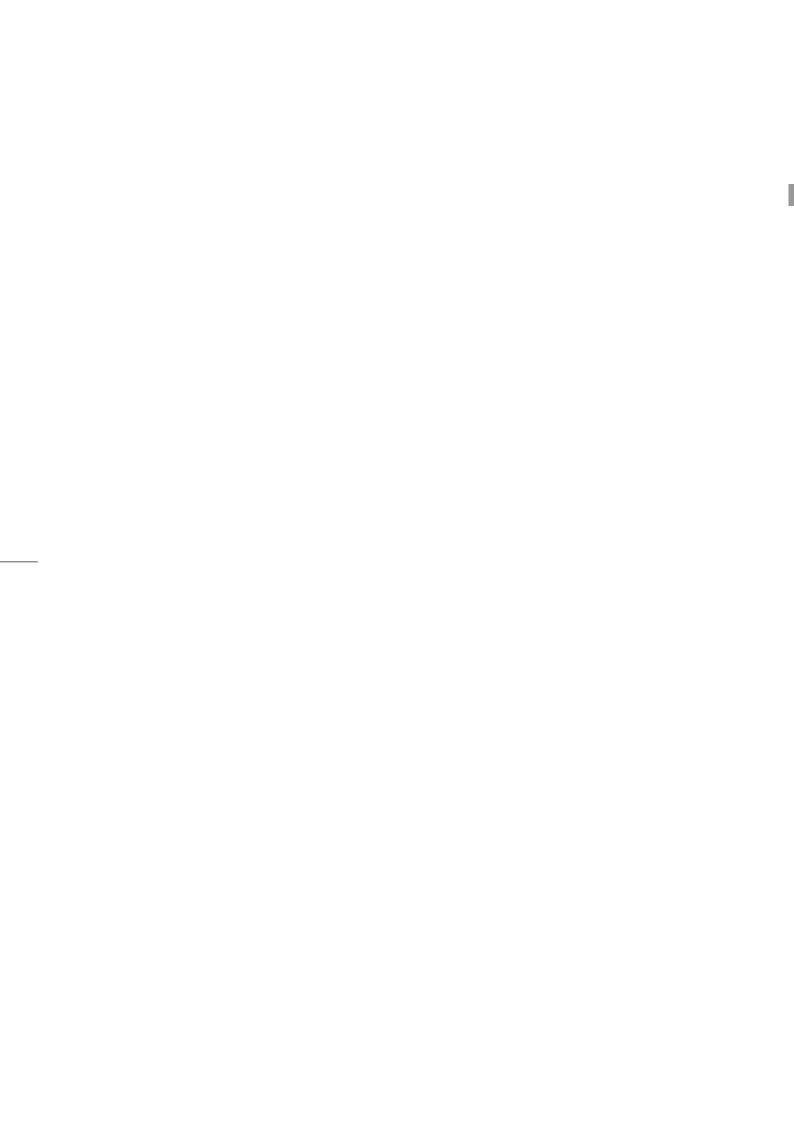
Редакційна колегія випуску: В. О. Іваниця, д-р біол. наук, професор; Б. М. Галкін, д-р біол. наук, професор; Л. М. Карпов, д-р біол. наук, професор; О. М. Слюсаренко, д-р біол. наук, професор; В. П. Стойловський, д-р біол. наук, професор; С. А. Петров, д-р біол. наук, професор; Ф. П. Ткаченко, д-р біол. наук, професор; В. М. Тоцький, д-р біол. наук, професор; Т. О. Філіпова, д-р біол. наук, професор; Б. Г. Александров, д-р біол. наук, професор (науковий редактор), Л. Б. Котлярова, канд. філ. наук, доцент, Т. Г. Алексеєва, канд. біол. наук (відповідальний секретар)

#### Адреса редколегії:

65082, м. Одеса, вул. Дворянська, 2 Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

# БІОХІМІЯ





УДК 577.164.12.001.5:591

А. К. БУДНЯК, канд. биол. наук, доцент, 3. Е. ЗАХАРИЕВА, канд. биол. наук, доцент, С. А. ПЕТРОВ, д-р биол. наук, профессор Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра биохимии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

### МЕТАБОЛИЗМ ВИТАМИНА С В ОРГАНАХ ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ MYTILUS GALLOPROVINCIALIS ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛИПОЕВОЙ КИСЛОТЫ

Изучено влияние липоевой кислоты на содержание метаболитов аскорбиновой кислоты в органах черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis*. Липоевая кислота уменьшает содержание метаболитов витамина С в органах мидий и изменяет их соотношение на 30-й и 60-й минутах опыта.

**Ключевые слова:** аскорбиновая кислота, метаболиты, липоевая кислота, *Mytilus galloprovincialis*.

Содержание витаминов и их функции у беспозвоночных, в отличие от позвоночных, изучено недостаточно и рассматривается только с точки зрения пищевой ценности этих организмов [6], в связи с чем у черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* обычно исследуют содержание жирорастворимых витаминов, аминокислот, жирных кислот. Много исследований посвящено изучению содержания в организме мидий тяжелых металлов и других токсикантов, а также их влиянию на различные ферментные системы, чаще всего отражающие состояние антиоксидантной системы клеток [3]. Публикации, посвященные механизмам функционирования витамина С в тканях мидий, в литературе немногочисленны.

Благодаря своей структуре витамин С способен вступать в окислительновосстановительные реакции. Он является частью антиоксидантной системы клеток, в связи с чем высока его роль в организме в качестве антиокислителя [4]. Аскорбиновая кислота (АК), окисляясь, обратимо превращается в дегидроаскорбиновую кислоту (ДАК). Дальнейшее ее окисление приводит к разрушению ДАК и образованию дикетогулоновой кислоты (ДКГК), не обладающей витаминными свойствами [1, 2]. Соотношение этих метаболитов аскорбиновой кислоты в организме мидий не изучено.

Известно, что липоевая кислота влияет на клеточные метаболические процессы, может воздействовать на редокс статус клеток и взаимодействовать с тиолами и другими антиоксидантами, способна восстанавливать аскорбиновую кислоту в окислительно-восстановительных реакциях позвоночных [8]. Публикаций, посвященных изучению влияния липоевой кислоты на содержание метаболитов аскорбиновой кислоты в тканях мидий, нет.

В связи с вышеизложенным целью нашей работы было исследовать действие липоевой кислоты на содержание витамина С и его метаболитов в органах черноморских мидий в динамике.

#### Материал и методы исследований

Черноморских мидий размером 3—4 см собирали в сентябре 2009 года в прибрежной зоне акватории Одесского залива. Их помещали в аквариумы из расчета 1 мидия на 1 дм³ морской воды, адаптировали при искусственной аэрации в течение 2 суток. Далее в водную среду добавляли липоевую кислоту (натриевая соль) из расчета 1 ммоль/л. Через 30 минут, 1, 2, 4 и 24 часа мидий брали в опыт и в их органах (жабрах, мантии, гепатопанкреасе, ноге) определяли содержание и соотношение метаболитов аскорбиновой кислоты: сумму АК, ДАК и ДКГК (далее — САК), собственно АК, ДАК, ДКГК по методу [7]. Контролем служили показатели у мидий, определенные до добавления липоевой кислоты. Результаты обрабатывали статистически [5].

#### Результаты исследований и их анализ

Внесение липоевой кислоты в морскую воду вызывало уменьшение показателей САК, АК уже к 30-й минуте в мантии и к 30-й и 60-й минутам опыта в жабрах (табл.).

Уровень метаболитов аскорбиновой кислоты (мкг/г) в органах мидий под действием липоевой кислоты (n = 5—7)

Орган	Показатель Время	САК	АК	ДАК	дкгк	%АК	<b>АК</b> /ДАК
Жабры	Контроль 30 минут 60 минут 2 часа 4 часа 24 часа	14,04±1,25 11,70±0,79 10,26±1,10* 10,98±1,20 11,70±1,20 14,94±1,10	4,50±0,80 1,08±0,38* 1,08±0,13* 3,06±0,24 3,42±0,25 5,40±0,53	3,24±0,55 5,76±0,52* 4,68±0,31* 3,24±0,28 3,24±0,26 3,60±0,35	6,30±0,53 4,86±0,42 4,50±0,40* 4,68±0,43* 5,04±0,46 5,94±0,55	32,05 9,23 10,53 27,87 29,23 36,14	1,39 0,19 0,23 0,94 1,06 1,50
Мантия	Контроль 30 минут 60 минут 2 часа 4 часа 24 часа	9,90±0,98 7,02±0,62* 8,46±0,68 9,00±0,82 8,28±0,79 10,80±0,96	7,02±0,83 1,98±0,22* 3,42±0,33* 3,78±0,34* 3,60±0,88 4,86±0,55	0,96±0,11 1,26±0,07* 0,96±0,09 1,62±0,10* 1,44±0,12* 1,98±0,18*	1,92±0,16 3,78±0,34* 4,08±0,36* 3,60±0,33* 3,24±0,29* 3,96±0,32*	70,91 28,21 40,43 42,00 43,48 45,00	7,31 1,57 3,56 2,33 2,50 2,45

Примечания:

Снижение суммы кислот от контрольного значения в жабрах составило 17% через 30 минут и 27% — через 60 минут.

В мантии содержание САК уменьшалось соответственно на 30 и 15%. Содержание аскорбиновой кислоты в обоих органах на 30-й минуте опыта снижалось на 72—73% в сравнении с контролем. Далее к 24 часам показатели фактически возвращались к норме. Количество ДАК к 30-й минуте увеличивалось в 1,8 раза в жабрах и в 1,3 раза в мантии. К концу опыта ее уровень восстанавливался к исходному в жабрах, а в мантии еще больше повышался. Уровень ДКТГ в мантии к 60-й минуте опыта увеличивался в 2,1 раза и был повышенным до конца опыта, а в жабрах этот показатель понижался на 29%, но к концу опыта возвращался к уровню контроля. В гепатопанкреасе и ноге показатели

<sup>1. \* —</sup> отличия с контролем достоверны,  $p \le 0.05$ .

<sup>2.</sup> САК—сумма аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и дикетогулоновой кислот, AK—аскорбиновая кислота, AK—дегидроаскорбиновая кислота, AK— дикетогулоновая кислота, AK— доля AK от AK.

САК, АК и ДАК менялись волнообразно и менее значимо при общем уменьшении САК и АК к 30-й минуте опыта и небольшого увеличения содержания ДАК после действия липоевой кислоты. Более наглядно описанные результаты иллюстрируют соотношения АК/ДАК и долю АК от САК в процентах (% АК). Показано, что соотношение АК/ДАК и % АК в обоих органах уменьшается уже на 30-й минуте опыта, а восстановление показателей наблюдается на 24-й час опыта только в жабрах. Видно, что липоевая кислота сильнее нарушает метаболизм аскорбиновых форм в мантии.

Таким образом, липоевая кислота, внесенная в морскую воду, вызывала изменение концентрации и соотношения форм аскорбиновой кислоты в органах черноморских мидий. Вероятно, такой эффект может быть объяснен общим увеличением расхода метаболитов витамина C, а также повышенным окислением собственно аскорбиновой кислоты под действием липоевой кислоты.

#### Выводы

- 1. Липоевая кислота уменьшает общее содержание метаболитов витамина С в органах мидий на 30-й и 60-й минутах опыта. При этом содержание АК уменьшалось, а ДАК увеличивалось к 30-й минуте опыта в жабрах и мантии.
- 2. Содержание ДКГК к 60-й минуте увеличивалось в мантии и снижалось в жабрах. Показатели ДАК и ДКГК в мантии были повышены до конца опыта.
- 3. Соотношение АК/ДАК и % АК в жабрах и мантии уменьшались на 30-й минуте опыта, а восстановление показателей наблюдалось через сутки только в жабрах.

#### Литература

- 1. Адашев А. А., Колесова О. А. Витамин С в экстремальных условиях. Алма-Ата: Гылым, 1991. 112 с.
- 2. *Морозкина Т. С., Мойсеенок А. Г.* Витамины: Краткое руководство для врачей и студентов мед., фармацевт. и биол. специальностей. Мн.: OOO «Асар», 2002. 112 с.
- 3. *Горомосова С. А., Шапиро А. 3*. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 120 с.
  - 4. Витамины / Под ред. М. И. Смирнова. М.: Медицина, 1974. С. 384—414.
- 5. *Гланц С.* Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. Москва, Практика, 1998. 459 с.
  - 6. *Смоляр В. И.* Рациональное питание. К.: Наукова думка, 1991. 368 с.
- 7. Соколовский В. В., Лебедева Л. В., Лиэлуп Т. В. О методе раздельного определения аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и дикетогулоновой кислот в биологических тканях // Лабораторное дело. 1974. № 3. С. 160—162.
- 8. *Шульпекова Ю. О., Ивашкина Н. Ю.* Все ли мы знаем о лечебных возможностях антиоксидантов? // РМЖ. 2000. Т. 8, № 4. С. 182—185.

#### О. К. Будняк, З. Є. Захарієва, С. А. Петров

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра біохімії, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

# МЕТАБОЛІЗМ ВІТАМІНА С В ОРГАНАХ ЧОРНОМОРСЬКИХ МІДІЙ MYTILUS GALLOPROVINCIALIS ПІД ВПЛИВОМ ЛІПОЄВОЇ КИСЛОТИ

#### Резюме

Вивчено вплив ліпоєвої кислоти на вміст метаболітів аскорбінової кислоти в органах чорноморських мідій  $Mytilus\ galloprovincialis$ . Ліпоєва кислота зменшує вміст мета-

болітів вітаміна C в органах мідій та змінює їх співвідношення протягом 30—60 хвилин досліду.

Ключові слова: аскорбінова кислота, метаболіти, Mytilus galloprovincialis.

#### O. K. Budnyak, Z. E. Zaharieva, S. A. Petrov

Odessa Mechnikov National University, Department of Biochemistry, Dvoryanskaya Str., 2, Odessa, 65082, Ukraine

# METABOLISM OF VITAMIN C IN THE ORGANS MUSSELS MYTILUS GALLOPROVINCIALIS UNDER LIPOIC ACID ACTION

#### Summary

The effect of lipoic acid on concentrations of vitamin C metabolites in the organs of the Black Sea mussels *Mytilus galloprovincialis* was studied. The common amount of vitamin C and ascorbic acid decrease for 30—60 minutes after beginning of the experiment. During 24 hours almost all the indices went back to the norm.

Key words: ascorbic acid, metabolits, Mytilus galloprovincialis.

УДК 577.151.4; 577.151.57

Ю. Г. КЛИСЬ, наук. співр., С. В. ВЕРЬОВКА, д-р біол. наук, зав. лабораторії біохімії ДУ «Інститут отоларингології імені проф. О. С. Коломійченка АМН України», вул. Зоологічна, 3, Київ, 03680, Україна, e-mail: verevka@biochem.kiev.ua

### ОСОБЛИВОСТІ АКТИВАЦІЙНОЇ ДІЇ СТРЕПТОКІНАЗИ В ПЛАЗМІ КРОВІ ЛЮДИНИ

Досліджено гідролітичну та активаційну дію білкових фракцій, отриманих за гель-фільтраційного розділення плазми крові з привнесеною стрептокіназою. Формування потрійного комплексу «плазміноген — стрептокіназа —  $\alpha_2$ -макроглобулін» може бути основною активаційною формою стрептокінази за умов *ін vivo*. Водночає відмічено гідролітичну та активаційну активності у фракції, що за молекулярною масою відповідає  $\gamma$ -глобулінам.

Ключові слова: стрептокіназа, плазміноген, фібриноліз, плазма крові людини.

Існування істотних відмін між функціонуванням білків за умов *in vivo* та в очищеному вигляді є причиною хибного тлумачення експериментальних даних та формування на їх підставі неадекватних висновків. Для попередження можливих помилок було проведено дослідження взаємодій стрептокінази з білками плазми крові людини за умов, максимально наближених до нативних.

Подібно до більшості функціонально активних білків, ключовий фермент фібринолітичної системи крові плазмін (К. Ф. 3.4.21.7) зазнає низку структурних перетворень від препроформи до проформи та активаційного перетворення на активну форму [1]. Проформа плазміну — плазміноген (Пг) — циркулює в кровообізі та зазнає активації до плазміну внаслідок сорбції на фібриновій сітці та активаційного розщеплення, здійснюваного сорбованим же тканинним активатором плазміногену (К. Ф. 3.4.21.68). Сорбція на фібрині захищає плазмін від інактивації а,-антиплазміном, що миттєво інактивує вільний плазмін, що вивільнюється внаслідок фібринолізу [2]. Водночас плазміноген може бути проактивований і в розчинному стані, зокрема — внаслідок взаємодії зі стрептокіназою (Ск) — невеликим за масою (47 кДа) білком, що продукується β-гемолітичними стрептококами групи С [3]. Формування Пг—Ск-комплексу  $(K_d 6,2\cdot10^{-7} M [4])$  відбувається з великою швидкістю  $(5,4\cdot10^7 M^{-1}c^{-1} [5])$  і призводить до формування в молекулі плазміногену гідролітичного центру без розщеплення активаційного зв'язку  $Arg_{561}$ — $Val_{562}$ [3]. Комплекс  $\Pi$ г—Cк ефективно активує вільний плазміноген, розщеплюючи в ньому активаційний зв'язок  $(K_m 0,12 \text{ мкM}, k_{cat} 0,15 \text{ c}^{-1})$ , тоді як вільний плазмін активаційної дії не виявляє [6]. За умов *in vitro* комплекс ПГ—Ск трансформується в плазмін-стрептокіназний комплекс з наступною протеолітичною деградацією Ск-складової комплексу [7]. Однак лишається відкритим питання, чи відбуваються подібні перетворення в крові за присутності цілої низки білкових інгібіторів протеїназ. Відомо, що час циркуляції зворотньо інактивованого по активному центру Пг—Ск-комплексу в кров'яному руслі значно вище, ніж у Ск (T<sub>1/2</sub> 70—120 хв. проти 15—25 хв., відповідно) [8]. Тобто час циркуляції Ск в кровообізі визначається наявністю в утворюваних нею комплексах активного каталітичного центру. Ця обставина змушує припустити можливість додаткових взаємодій з тими чи іншими білковими компонентами плазми крові. Вважається, що Пг—Ск-комплекс не чутливий по відношенню до основних складових інгібіторного антипротеїназного потенціалу крові [2, 9]. При цьому, однак, полишено поза увагою таку особливість дії  $\alpha_2$ -макроглобуліну ( $\alpha_2$ M), як зв'язування протеїназ поза гідролітичного центру. При цьому значною мірою обмежується їх здатність до гідролізу великих білків, однак активність по відношенню до низькомолекулярних субстратів залишається практично без змін [10]. Тобто дослідження взаємодій  $\alpha_2$ М з тією чи іншою протеїназою за розщепленням низькомолекулярних субстратів  $\epsilon$  апріорно неінформативним. Досить значна (725 кДа) молекулярна маса  $\alpha_2$ М [11] дає змогу виявляти гель-фільтраційними методами як сам  $\alpha_2$ М, так і утворені ним комплекси на фоні інших білків плазми крові. Раніше було показано, що за гель-фільтраційного розділення плазми крові, попередньо проактивованої Ск, протеолітична активність спостерігається лише у високомолекулярній, відповідній  $\alpha_2$ М та утвореним ним комплексам, фракції [12]. Однак чи лишається Ск у складі утворюваного комплексу і чим, власне, забезпечується її подальша активаційна дія за умов *in vivo*? З'ясування цього питання необхідне для розуміння механізмів активаційної дії Ск — важливого та широковживаного клінічного фібринолітика. Метою даної роботи було з'ясування можливостей утворюваних Ск-,  $\Pi$ м- та  $\alpha_2$ М-комплексів до активації інтактного плазміногену.

#### Матеріали і методи

Реактиви та матеріали вітчизняного виробництва використовували кваліфікації не нижче «ХЧ» або відповідної чистоти фірм Sigma (США) та Merck (Німеччина).

Плазму крові людини отримували центрифугуванням 15 хв, 1200 g отриманої в день досліду стабілізованої цитратом натрію крові. 3,8%-й розчин цитрату натрію вносили до крові здорових донорів у співвідношенні одного об'єму до дев'яти об'ємів крові.

Гель-фільтраційне фракціонування білків проводили на колонці з Superdex 200PG (Amersham Biosciences, США) діаметром 1,8 см, довжиною 26,6 см та загальним об'ємом 67,4 мл, урівноважену робочим буфером — 0,05 М трис-солянокислому буфері, рН 7,6 за різних концентрацій NaCl (0,1, 0,5 та 1,0 М). Наносили 0,4 мл вдвічі розведеної цитратної плазми крові. Швидкість протікання становила 20—25 мл/год, збирали фракції об'ємом 1,5 мл. Контроль за елюцією білка проводили спектрофотометрично за довжини хвилі 280 нм. Вибір даного типу гелю зумовлено його високими фільтраційними властивостями та діапазоном молекулярного розподілу білків (10—600 кДа) [13], що забезпечує швидке та селективне відокремлення високомолекулярних  $\alpha_2$ М- та  $\alpha_2$ М-вміщуючих комплексів від інших білків плазми крові. Водночас обмеження, зумовлені мінімальним об'ємом фракцій, придатним до вимірювання в 1-см кюветі, дещо зменшували селективність розподілу та робили інформативним визначення відповідних активностей лише у топових фракціях піків.

Протеолітичну активність досліджуваних зразків визначали за гідролізом протаміну з забарвленням продуктів гідролізу за Сакагуші [14].

Розчин Ск готували на фізіологічному розчині (0,15 M NaCl) відповідно до кількості одиниць, необхідних для кожного конкретного досліду.

Амідолітичну активність досліджуваних зразків визначали за гідролізом хромогенних субстратів S-2251 (H-D-Val-L-Leu-L-Lys-para-nitroanilade, Chromogenics, Швеція) за поглинанням при 405 нм утворюваного вільного пара-нітроаніліну [15].

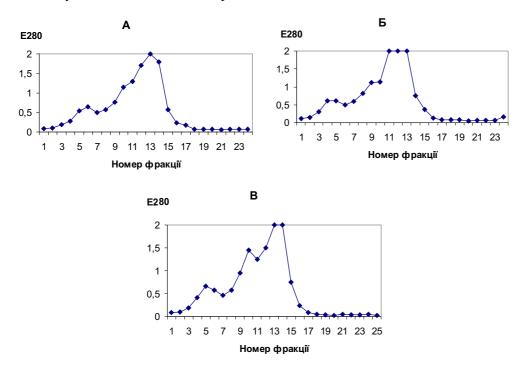
Препарати Глу-плазміногену людини отримували афінною хроматографією на лізин-сефарозі свіжої цитратної плазми крові в присутності основного панкреатичного інгібітора трипсину [16].

Активаційну дію окремих фракцій плазми крові по відношенню до інтактного Глу-плазміногену людини визначали додаючи 0,3 мл досліджуваного зразка до 1,5 мл 0,5 М трис-солянокислого буфера, рН 7,5, що містив 5 мкг Глу-плазміногену. Після 5 хвилин інкубації при 37 °С додавали 0,1 мл розчину хромогенного субстрату S-2251 в диметилсульфоксиді (2 мг/мл), інкубували протягом 30 хвилин при 37 °С та зупиняли реакцію додаванням 0,1 мл льодяної оцтової кислоти. Наявність активаційної дії визначали за поглинанням утвореного п-нітроаніліну при 405 нм.

#### Результати та їх обговорення

Гель-фільтраційне розділення окремих білкових фракцій крові за молекулярною масою проводили на колонці з Superdex 200 PG. Даний гель обрано через його високі сепараційні властивості, зумовлені жорсткістю гранул та більшою швидкістю протікання порівняно до традиційного Сефадексу G-200. Водночас Superdex 200 PG дає змогу більш селективно відокремити  $\alpha_2$ М-вміщуючу фракцію, що виходить у вільному об'ємі. Для більш селективного розділення плазми крові за молекулярною масою застосовували розділення в буферних системах з різною йонною силою в присутності 0,1, 0,5 та 1 M NaCl.

Як випливає з хроматограм, наведених на рисунку, збільшення іонної сили призводить до помітного зростання ступеню розподілу білкових фракцій, однак в цілому істотних змін не спостерігалося.



Профілі гель-хроматографічного розподілу білкових фракцій плазми крові в 0,05 М триссолянокислому буфері рН 7,8, в присутності 0,1 М (A), 0,5 М (Б) та 1 М (В) хлориду натрію

Для визначення знаходження плазміногену серед трьох отриманих фракцій плазми крові застосовували екзогенний активатор — Ск, котру вносили в кількості 10 міжнародних одиниць до аліквот (0,5 мл) кожної з трьох отриманих фракцій. Подібне співвідношення забезпечує перетворення більшої частини наявного плазміногену на  $\Pi$ г—Ск-комплекс, що не інгібується  $\alpha_2$ -антиплазміном та може бути виявлений за гідролізом хромогенного субстрату S-2251 чи протаміну. Після 5 хвилин інкубації при 20 °C визначали наявність амідолітичної та протеолітичної активностей, що спостерігалися лише в третій фракції плазми крові. Такий розподіл добре узгоджується з попередніми даними, отриманими в нашій лабораторії при гель-фільтраційному розділенні плазми крові на Сефадексі G-200 [12].

Для з'ясування характеру міжмолекулярних взаємодій екзогенної Ск з білками плазми крові до аліквот (0,4 мл плазми) вносили 1600 міжнародних одиниць Ск, що забезпечувало її повне зв'язування з Пг зі збереженням 20% надлишку останнього [12]. Внаслідок швидкої активації утвореним Пг—Ск-комплексом остаточний Пг перетворюється на вільний плазмін, який миттєво інактивується  $\alpha_2$ -антиплазміном. Тим самим забезпечується присутність в системі активного Пг—Ск-комплексу за гарантованої відсутності вільних Пг, плазміну та Ск. Проактивовану у наведений спосіб плазму піддавали гель-фільтраційному фракціонуванню за різних значень концентрації NaCl. Загальна картина розподілу білків практично не відрізнялась від отриманих в попередніх дослідах, в розподілі ж гідролітичної та активаторної активностей спостерігались якісні відміни (див. таблицю).

При дослідженні фракцій, отриманих за гель-фільтраційного розділення при високих значеннях іонної сили (1 М та 0,5 М NaCl) амідолітичну та протеолітичну активність виявлено лише в першому та другому піках. При цьому активаційну дію виявлено у всіх трьох піках. За гель-фільтраційного розподілу за низького значення іонної сили (0,1 М NaCl) амідолітичну, протеолітичну та активаційну дію виявлено лише в першому та другому піках. Подібну відміну може бути пояснено розпадом частини Пг—Ск-комплексу під впливом високої іонної сили з вивільненням позбавленої власної гідролітичної дії та відносно низькомолекулярної (47 кДа) Ск, яка має знаходитись саме серед білків третього піку.

Розподіл амідолітичної, протеолітичної та активаційної активності серед проактивованих Ск фракцій плазми крові людини залежно від концентрації хлориду натрію \*

Концентрація NaCl та номер піку	за гідролізом хромогенно-	Протеолітична активність за гідролізом протаміну (поглинання при 508 нм)	Активаційна дія за гідро- лізом хромогенного суб- страту S-2251 проактиво- ваним інтактним плаз- міногеном (поглинання при 405 нм)
1 M — № 1	0,146±0,010	0,320±0,033	0,485±0,038
1 M — № 2	0,052±0,008	0,070±0,007	0,500±0,033
1 M — № 3	На рівні контролю	На рівні контролю	0,245±0,020
0,1 M — № 1	0,148±0,010	0,310±0,028	0,760±0,06
0,1 M — № 2	0,052±0,007	0,060±0,007	0,930±0,07
0,1 M — № 3	На рівні контролю	На рівні контролю	На рівні контролю

<sup>\*</sup> В таблиці наведено усереднені дані трьох дослідів.

<sup>\*\*</sup> Дані відображують відносні одиниці оптичної щільності.

Отримані дані змушують істотно скорегувати існуючі уявлення щодо дії в кровообізі Ск — важливого фібринолітика, дають змогу зробити певні попередні висновки та припущення щодо перетворень, які зазнає Пг—Ск-комплекс за присутності складної системи білків плазми крові, що зазнає дедалі ширшого клінічного вжитку.

#### Висновки

- 1. Видається ймовірним формування потрійного комплексу  $\Pi \Gamma$ — $C \kappa$ — $\alpha_2 M$ , котрий й забезпечує подальшу активацію вільного  $\Pi \Gamma$  у плазмін. Це дає змогу пояснити залежність швидкості елімінації  $C \kappa$  з кровообігу від наявності гідролітичного центру в екзогенному  $\Pi \Gamma$ — $C \kappa$ -комплексі [8]. Тобто саме потрійний комплекс  $\Pi \Gamma$ — $C \kappa$ — $\alpha_2 M$  забезпечує активацію вільного  $\Pi \Gamma$  в плазмін, шляхи ж елімінації потрійного комплексу з кровообігу навряд чи істотно відмінні від опосередкованих ендоцитозом шляхів вилучення інших комплексів протеїназ з  $\alpha_2$ -макроглобуліном.
- 2. Часткове руйнування потрійного комплексу за умов високої йонної сили призводить до вивільнення Ск, що зумовлює появу активаційної активності в третьому, відносно низькомолекулярному, піці.
- 3. Позбавлений за умов високої йонної сили Ск-складової комплекс  $\Pi$ г з  $\alpha_2$ М зберігає як активаторну, так і амідолітичну активність.
- 4. Виявлення як амідолітичної, так і активаторної активності в другому піці може бути наслідком додаткових комплексоутворень між Ск, Пг та відмінними від  $\alpha_2$ -макроглобуліну білками плазми крові. Відповідно до відомого розподілу білків плазми крові на гелі даного типу найімовірнішим компонентом даного типу комплексоутворень видаються імуноглобуліни.
- 5. Отримані дані свідчать, що за умов, наближених до фізіологічних, Пг—Ск-комплекс зазнає складних комплексоутворень з білками плазми крові, які є істотно відмінними від молекулярних перетворень Пг—Ск-комплексу в очищеній системі за умов *in vitro*.

#### Література

- 1. Активация / В кн.: Антонов В. К. Химия протеолиза. М.: Наука, 1991. C. 265—266.
- 2. Wiman B., Nilsson T., Collen D. On the mechanism of the reaction between plasmin and α-2-antiplasmin / In: Protides of Biological Fluids. Peeters H., Ed., Pergamon Press, Oxford. 1980. P. 379—382.
- 3. *Reddy K. H.* Streptokinase biochemistry and clinical application // Enzyme. 1988. Vol. 40, № 1. P. 79—89.
- 4. Boxrud P. D., Block P. E. Streptokinase binds preferentially to the extended conformation of plasminogen through lysine binding sites and catalytic domain interactions // Biochemistry. 2000. Vol. 39, № 45. P. 13974—13981.
- 5. Adams M. G., Fretto L. J., McKee P. A. Fibrinolysis mediated by plasminogen with proteolytic activity // Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol. 1980. Vol. 39, № 6. P. 1756.
- 6. Wohl R. C., Sinio L., Summaria L., Robbins K. Comparative activation kinetics of mammalian plasminogen // Biochem. Biophys. Acta. 1983. Vol. 745, № 1. P. 20—31.
- 7. Welfle K., Misselwitz R., Schaup A. Conformation and stability of streptokinase from nephritogenic and nonnephritogenic strains of streptococci // Proteins. 1997. Vol. 27, № 1. P. 26—35.
- 8. Сидоренко Б. А., Преображенский Д. В. Клиническое применение антитромботических агентов. M., 1998. 176 с.

- 9. *Castellino F. J., Urano T., de Ceprano V.* Control of human plasminogen activation // Haemostasis. 1988. Vol. 18, № 1. P. 15—23.
- 10. *Roberts R*. Alpha-2-macroglobulin // J. Med. 1985. Vol. 16, № 1—2—3. P. 129—219.
- 11. Feinman R. D. The proteinase-binding reaction of a<sub>2</sub>-macroglobulin // Ann. N. Y. Acad. Sci. 1994. Vol. 737. P. 245—266.
- 12. Веремеенко К. Н., Кизим А. И. Определение плазминогена в плазме крови человека // Вопр. мед. хим. 1974. Т. 20, № 3. С. 325—328.
- 13. Superdex 220 prep grade unmatched resolution and speed / In: GE Healthcare Bio-Science AB. Uppsala, Sweden. 2007. 05. 18-1118-55AB. P. 1—4.
- 14. Определение суммарной протеолитической активности в сыворотке (плазме) крови / в кн.: К. Н. Веремеенко, О. П. Голобородько, А. И. Кизим. Протеолиз в норме и при патологии. К.: Здоров'я, 1988. С. 163—165.
- 15. Chromogenic Substrates. Mechanism, occurrence and determination of serine proteases. Chromogenics AB, Sweden. 1996. 59 p.
- 16. Deutsch D., Mertz E. Plasminogen: purification by affinity chromatography // Science. 1970. Vol. 170, № 3962. P. 1095—1096.

#### Ю. Г. Клысь, С. В. Веревка

Лаборатория биохимии ГУ «Институт отоларингологии имени проф. А. И. Коломийченко АМН Украины», ул. Зоологическая, 3, Киев, 03680, Украина, e-mail: verevka@biochem.kiev.ua

#### ОСОБЕННОСТИ АКТИВАЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ СТРЕПТОКИНАЗЫ В ПЛАЗМЕ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

#### Резюме

Исследованы гидролитическое и активаторное действие белковых фракций, полученных при гель-фильтрационном разделении плазмы крови человека с привнесенной стрептокиназой. Формирование тройного комплекса «плазминоген — стрептокиназа —  $\alpha_2$ -макроглобулин» может быть основной активационной формой стрептокиназы в условиях in vivo. В то же время отмечена гидролитическая и активаторная активность во фракции, соответствующей по молекулярной массе  $\gamma$ -глобулинам.

Ключевые слова: стрептокиназа, плазминоген, фибринолиз, плазма крови человека.

#### Yu. G. Klys', S. V. Verevka

O. S. Kolomiychenko Institute of Otolaryngology, Ukrainian AMS, Zoologichna Str., 3, Kiev, 03680, Ukraine, e-mail: verevka@biochem.kiev.ua

## ON SOME PECULIARITIES OF ACTIVATING ACTION OF STREPTOKINASE IN HUMAN BLOOD PLASMA

#### Summary

It was studied of protein fractions obtained by gel-filtration participation of human blood plasma with added streptokinase testifies about the formation of triple plasminogen — streptokinase —  $\alpha_2$ -macroglobulin complex that may be the main activating form of streptokinase in vivo. Some hydrolytic and activating activities were detected in  $\gamma$ -globulin fraction too.

Key words: streptokinase, plasminogen, fibrinolysis, human blood plasma.

УДК 678.048+612.015

О. А. МАКАРЕНКО, канд. биол. наук, зав. лаб. биохимии,

**А. П. ЛЕВИЦКИЙ,** проф., д-р биол. наук, зам. директора по науч. работе, **В. И. ЛИТВИНЕНКО**<sup>1</sup>, проф., д-р хим. наук, гл. науч. сотр. лаб. химии и технологии биополимеров,

И. В. ХОДАКОВ, науч. сотр. лаб. биохимии

ГУ «Институт стоматологии АМН Украины», лаборатория биохимии,

ул. Ришельевская, 11, Одесса, 65026, Украина,

тел.: +38 (048) 728-24-63, e-mail: flavan@mail.ru

<sup>1</sup> ГП «Государственный научный центр лекарственных средств и медицинской продукции», ул. Астрономическая, 33, Харьков, 61085, Украина, тел.: +38 (057) 720-02-58, e-mail: Litvinenko@GNCLS Kharkov.ua

# АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ БИОФЛАВАНОИДОВ

Проведены исследования антиоксидантной активности биофлаваноидов, полученных из растительного сырья в модельных системах *in vitro*. Байкалин выделен из корней шлемника байкальского, софорикозид — из плодов софоры японской, флаволигнаны — из плодов расторопши пятнистой. Установлена наиболее высокая антиоксидантная активность байкалина, более чем в 2 раза превышающая этот показатель у стандарта рутина. Антиоксидантные свойства байкалина проявляются за счет высокой антирадикальной и хелатирующей, софорикозида — антисупероксидной и хелатирующей, а флаволигнанов расторопши — антирадикальной эффективности.

**Ключевые слова**: биофлаваноиды, антиоксидантная активность, модели *in vitro*.

Синдром пероксидации носит универсальный характер при всех видах стресса, а также патогенных воздействиях эндо- и экзогенного характера. Поэтому поиск источников и разработка препаратов на основе активных антиоксидантов остается актуальной проблемой для современной медицины, фармакологии и биологии.

Инициируются процессы пероксидации активными формами кислорода (АФК). Продукция супероксидрадикала  $O_2^{\bullet}$ , гидроксилрадикала  $OH^{\bullet}$ , пероксидного радикала  $ROO^{\bullet}$  являются неотъемлемой частью процессов аэробного метаболизма клетки.  $O_2^{\bullet}$  и  $OH^{\bullet}$  инициируют цепную реакцию перекисного окисления липидов (ПОЛ), которая катализируется ионами переходных металлов. Этим путем окисляются ненасыщенные жирные кислоты, что может быть причиной нарушения целостности и свойств биологических мембран [1, 2, 3].

Образование АФК и продуктов ПОЛ регламентируется системой антиоксидантной защиты, при недостаточной эффективности которой наблюдается гиперпродукция АФК и развитие окислительного стресса. Интенсивность окислительного стресса зависит также от обеспеченности организма экзогенными антиоксидантами, в том числе и биофлаваноидами (БФ). Антиоксидантная активность является одним из ключевых биологических свойств БФ и проявляется в способности тормозить развитие синдрома пероксидации на различных этапах [3, 4, 5]. В связи с этим большинство авторов склонны объяснять широкий спектр лечебно-профилактической активности растительных препаратов антиоксидантными свойствами БФ, входящих в их состав.

Целью предлагаемой работы явилось исследование антиоксидантных свойств биофлаваноидов байкалина, софорикозида и флаволигнанов в модельных системах *in vitro*. Антисупероксидную активность исследовали в системе образования O<sub>2</sub>, антирадикальную — в реакции с радикалом дифенилпикрилгидразилом (OH °), антиокислительную — в реакции окисления твина-80 (продукты ПОЛ) и хелатирующую — по способности связывать ионы Fe<sup>2+</sup>. Препаратом сравнения служил синтетический рутин («Sigma», USA).

#### Материалы и методы

В работе исследовали биофлаваноиды, выделенные и очищенные из растительного сырья. Байкалин или 7-0-β-D-глюкуронопиранозид 5.6.7-тригидроксифлавон получили из корней шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi.), как описано в работах [6, 7]. Качество вещества соответствует требованиям ВФС 42У-115/37-275-96. Софорикозид или 4′-0-β-D-глюпиранозид 5.7.4′-тригидроксиизофлавона выделен и очищен из плодов софоры японской (*Sophora japonica* L.), как описано в работе [8]. Флаволигнаны (*Sylibum maria-num* L. Gaerth) или смесь эфиров кониферилового спирта с таксифолином или 3.5.7.3′.4′-пентагидроксифлаваноном получили из плодов расторопши пятнистой (*Sylibum marianum* L. Gaerth), как описано в работах [9, 10]. Качество субстанции соответствует требованиям АНД № 678-2005 фармацевтической компании «Здоровье» (г. Харьков).

Общую антиокислительную активность выделенных БФ оценивали по степени ингибирования БФ аскорбат- и ферроиндуцированного окисления твина-80 до малонового диальдегида (МДА), содержание которого определяли по реакции с тиобарбитуровой кислотой [11]. Антисупероксидную активность определяли по способности БФ конкурировать с нитросиним тетразолием (НСТ) в реакции восстановления супероксидных радикалов, образованных в системе «феназинметасульфат — NADH» [12]. Антирадикальную активность определяли по способности БФ отдавать подвижный атом водорода радикалу дифенил-пикрилгидразилу (ДФПГ) [13]. Хелатирующую активность БФ оценивали по их способности связывать ионы  $Fe^{2+}$ , количество которых определяли с помощью феррозина [14].

Измерение оптической плотности во всех случаях осуществляли на спектрофотометре UV mini-1240 Shimadzu (Япония) и проводили в нескольких концентрациях БФ, каждая в трех повторностях. Антиоксидантную активность БФ оценивали по степени ингибирования вышеперечисленных процессов (ИА), выражали в % и рассчитывали по формуле

$$VIA = \frac{E_{\kappa} - E_{on}}{E_{\kappa}} \cdot 100,$$

где  $E_{\kappa}$  — оптическая плотность контроля без БФ;  $E_{on}$  — оптическая плотность в присутствии исследуемого БФ; 100 — перевод в % [14].

Для оценки антиоксидантной активности БФ использовали показатель  $IC_{50}$ , который равен концентрации препарата, оказывающей 50%-е ингибирование в каждой модельной системе. Значения  $IC_{50}$  определяли с использованием уравнений регрессии, описывающих зависимость доза-эффект, которые рассчитывали по исходным точкам с помощью регрессионного анализа с использованием программы MS Excel и выражали в молярной концентрации (M) [15]. Приемлемыми считали регрессии с коэффициентом детерминации  $\mathbb{R}^2$  не ниже 0,95.

#### Результаты и их обсуждение

На рис. 1 представлены результаты расчетов концентраций изучаемых БФ, оказывающих 50%-й ингибирующий эффект в модельной системе образования супероксидрадикала. Наиболее активное ингибирующее действие в этой системе оказал софорикозид,  $IC_{50}$  которого в 2,65 раза выше, чем стандарта рутина. В порядке увеличения  $IC_{50}$ , а значит снижения антисупероксидной эффективности, расположен байкалин ( $IC_{50}$  в 3,28 раза выше, чем рутина) и флаволигнаны расторопши ( $IC_{50}$  в 4,35 раза выше, чем рутина).

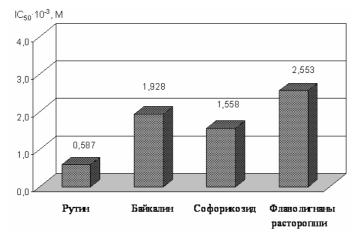


Рис. 1. Антисупероксидная активность биофлаваноидов

По способности восстанавливать  $OH^{\bullet}$  в реакции с дифенилпикрилгидразилом байкалин сопоставим с рутином, поскольку их  $IC_{50}$  почти одинаковы (рис. 2). Флаволигнаны расторопши по сравнению с рутином обладают гораздо более низкой антирадикальной активностью ( $IC_{50}$  в 50,5 раза выше). Самая низкая антирадикальная эффективность среди изучаемых БФ установлена для софорикозида,  $IC_{50}$  которого на два порядка выше, чем рутина и байкалина.

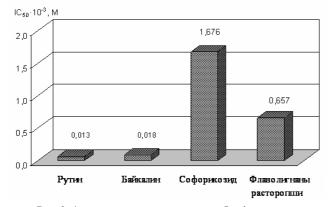


Рис. 2. Антирадикальная активность биофлаваноидов

Хелатирующая активность БФ, которую оценивали по степени связывания ионов  $Fe^{2+}$ , наиболее высока у байкалина,  $IC_{50}$  которого примерно равна таковой

рутина.  $IC_{50}$  софорикозида в 22,89 раза выше по сравнению с рутином, а флаволигнанов расторопши — почти в 70 раз (рис. 3).

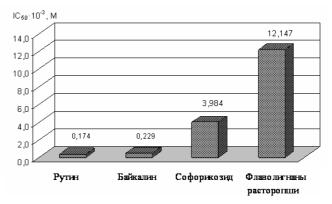


Рис. 3. Хелатирующая активность биофлаваноидов

Как показано на рис. 4, отражающем антиокислительную активность изучаемых препаратов, самый низкий показатель  $IC_{50}$  среди этих БФ имеет байкалин, полученный из корней шлемника байкальского.  $IC_{50}$  байкалина в этой модельной системе в 2,16 раза ниже, чем у рутина, что означает более высокую способность байкалина тормозить образование МДА. Далее в порядке увеличения  $IC_{50}$  расположен препарат флаволигнанов расторопши и самый высокий показатель  $IC_{50}$ — у софорикозида.

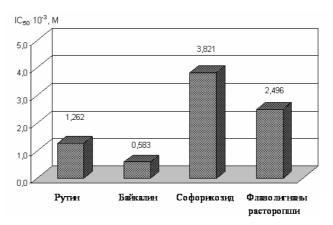


Рис. 4. Антиокислительная активность биофлаваноидов

Степень антиоксидантной активности биофлаваноидов многие авторы объясняют наличием и количеством в их структуре гидроксильных групп, отдающих подвижный атом водорода при взаимодействии с  $O_2^{\bullet}$ ,  $OH^{\bullet}$  и  $ROO^{\bullet}$ . В этом случае  $\Phi$  выступают в роли «ловушек» свободных радикалов и перекисей липидов, превращаясь в малоактивные соединения [3, 5, 16]. Общая структура  $\Phi$  такова:

Исследование показало неоднозначное направление антиоксидантной активности изученных БФ. Так, высокая антиоксидантная активность байкалина реализуется за счет выраженной способности связывать гидроксилрадикалы (OH $^{\bullet}$ ) и ионы Fe $^{2+}$ . В данных случаях активность этого биофлаваноида сопоставима с синтетическим рутином. При этом антисупероксидная активность (O $^{\bullet}$ ) байкалина и софорикозида в несколько раз ниже, чем рутина. В структуре байкалина имеется два свободных фенольных гидроксила (у C-5 и C-6), у рутина — четыре (у C-5, C-7, C-3' и C-4'), а у софорикозида — два фенольных гидроксила (у C-5 и C-7). Флаволигнаны расторопши представлены композицией из нескольких соединений (силибин, силидианин, силикристин, силандрин), имеющих в молекуле два—три гидроксила (у C-3, C-5 и C-7). Наши результаты подтвердили существующее мнение о том, что способность флаваноидов связывать О $^{\bullet}$ 2 зависит от количества свободных гидроксилов в их молекуле.

Высокую антирадикальную активность байкалина (сопоставимую с рутином) можно объяснить расположением фенольного гидроксила у С-6, а не у С-7, как в молекулах софорикозида и флаволигнанов расторопши. Последние два препарата оказались менее активными по сравнению с рутином и байкалином и в различных модельных системах оказывали неоднозначное антиоксидантное действие. Так, софорикозид проявлял более выраженную способность тормозить образование  $O_2^{\bullet}$  и связывать ионы  $Fe^{2+}$ , чем флаволигнаны. Наряду с этим флаволигнаны расторопши более активно, по сравнению с софорикозидом, подавляли образование МДА и восстанавливали  $OH^{\bullet}$ -радикалы.

Хелатирующая способность изучаемых препаратов связана не только с количеством и расположением фенольных гидроксилов, но, скорее всего, с общей конформацией молекулы БФ. Различная степень выраженности антирадикальных, антисупероксиданионных и хелатирующих свойств изученных БФ отражается в конечном итоге на способности тормозить образование МДА.

Таким образом, проведенное исследование показало, что выделенные БФ являются активными антиоксидантами, способными на разных этапах образования АФК и продуктов ПОЛ тормозить эти процессы. Наиболее активным среди изученных препаратов оказался байкалин, антиоксидантная эффективность которого сопоставима с синтетическим рутином и реализуется за счет высокой антирадикальной и хелатирующей активности. Софорикозид проявляет антиоксидатные свойства благодаря выраженной способности связывать супероксиданион и ионы  $Fe^{2+}$ . Активность композиции флаволигнанов расторопши реализуется за счет высокой антирадикальной эффективности [16].

#### Выводы

- 1. Байкалин среди изученных биофлаваноидов обладает наиболее выраженной способностью предотвращать окисление твина-80 до МДА. Антиокислительная активность байкалина более чем в 2 раза превышает таковую у стандарта рутина.
- 2. Антиоксидантные свойства байкалина проявляются за счет высокой антирадикальной и хелатирующей, софорикозида антисупероксидной и хелатирующей, а флаволигнанов расторопши антирадикальной эффективности.

#### Литература

- 1. Воейков В. Л. Активные формы кислорода патогены или целители? // Клиническая геронтология. 2003. Т. 9, № 3. С. 27—40.
  - 2. Сазонтова Т. Г., Архипенко Ю. В. Значение баланса прооксидантов и антиокси-

дантов — равнозначных участников метаболизма // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. — 2007. — N 3. — C. 2—18.

- 3. Потапович Â. И., Костиок В. А. Сравнительное исследование антиоксидантных свойств и цитопротекторной активности флаваноидов // Биохимия. 2003. Т. 68, вып. 5. С. 632—638.
- 4. *Middleton E., Kandaswami C., Theoharides T.* The effect of plant flavonoides on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease and cancer // Pharmacological Review. 2000. Vol. 52, № 4. P. 673—701.
- 5. Andersen O. M., Markham K. R. Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Application. CRC Press, 2005. 1256 p.
- 6. Шлемник байкальский. Фитохимия и фармакологические свойства / Е. Д. Гольдберг, А. М. Дыгай, В. И. Литвиненко, Т. П. Попова и др. Томск: Изд-во Томского унта, 1994. 223 с.
- 7. *Фитохимия* и фармакологические свойства препаратов шлемника байкальского / В. И. Литвиненко, Т. П. Попова, В. Г. Воловик, Е. Д. Гольдберг и др. X., 2007. 763 с
- 8. *Саилова Д. Д., Попова Т. П., Литвиненко В. И.* Флавоноиды надземной части софоры японской флоры Азербайджана // Фармаком. 1996. № 1/2. С. 36—38.
- 9. Сокольская Т. А. Создание лекарственных средств из плодов расторопши пятнистой (получение, стандартизация и контроль качества): Автореф. дис. ... д-ра фармац. наук. М., 2000. 79 с.
- 10. *Зубченко Т. Н.* Розробка і стандартизація виробництва препаратів на основі комплексної переробки розторопші плямистої: Дис. ... канд. фармац. наук. X., 2008. 157 с
- 11. Горячковский А. М. Определение общей антиоксидантной активности плазмы и эритроцитов. В кн.: Клінічна біохімія в лабораторній діагностиці: Довідковий посібник. Вид. 3-тє, вип. і доп. Одеса: Екологія, 2005. С. 379—380.
- 12. *Чевари С., Чаба И., Секей И.* Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее активности в биологических материалах // Лаб. дело. 1985.  $\mathbb{N}$  11. С. 678—681.
- 13. *Антирадикальная* и антиокислительная активность некоторых мембранотропных препаратов синтетического и растительного происхождения / Губский Ю. И., Юрженко Н. Н., Шаповал Н. Н. и др. // Укр. биохим. журнал. 1998. Т. 70, № 3. С. 128—134.
- 14. *Nadaroмlu H., Demir Y., Demir N.* Antioxidant and radical scavenging properties of Iris Germanica // Химико-фарм. журнал. 2007. Т. 41, № 8. С. 13—18.
- 15. *Сернов Л. Н., Гацура В. В.* Элементы экспериментальной фармакологии. М., 2000. С. 117—119.
- 16. *Куркин В. А.* Расторопша пятнистая источник лекарственных средств (обзор) // Химико-фарм. журнал. 2003. Т. 37, № 4. С. 27—41.

#### О. А. Макаренко, А. П. Левицький, В. І. Литвиненко 1, І. В. Ходаков

ДУ «Інститут стоматології АМН України», лабораторія біохімії, вул. Рішельєвська, 11, Одеса, 65026, Україна,

тел.: +38 (048) 728-24-63, e-mail: stomat@paco.net

<sup>1</sup> ДП «Державний науковий центр лікарських засобів і медичної продукції», вул. Астрономічна, 33, Харків, 61085, Україна, тел.: +38 (057) 720-02-58, e-mail: Litvinenko@GNCLS Kharkov.ua

# АНТИОКСИДАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕЯКИХ ПРИРОДНИХ БІОФЛАВАНОЇДІВ

#### Резюме

Проведені дослідження антиоксидантної активності біофлаваноїдів, що виділили з рослинної сировини в модельних системах *in vitro*. Байкалін отримали з коріння шлемника байкальського, софорікозід — з плодів софори японської і флаволігнани — з пло-

дів розторопши плямистої. Встановлена найбільш висока активність байкаліна, що більш ніж в 2 рази перевищує стандарт рутин за цим показником. Антиоксидантні властивості байкаліна виявляються за рахунок високої антирадикальної і хелатуючої, софорікозіда — антисупероксидної і хелатуючої, а флаволігнанів розторопши — антирадикальної дії.

**Ключові слова**: біофлаваноїди, антиоксидантна активність, моделі *in vitro*.

### O. A. Makarenko, A. P. Levitsky, V. I. Litvinenko 1, I. V. Khodakov

SE «The Institute of Dentistry of the AMS of Ukraine», the laboratory of Biochemistry. Rishelievskaya str., 11, Odessa, 65026, Ukraine,

phone: +38 (048) 728-24-63; e-mail: stomat@paco.net

SE «State Scientific Centre of the Medicaments and Medical Production»,

Astronomichnaya str., 33, Kharkov, 61085, Ukraine,

phone: +38 (057) 720-02-58, e-mail: Litvinenko@GNCLS Kharkov.ua

## THE ANTIOXIDANT CHARACTERISTICS OF SOME NATURAL BIOFLAVANOIDS

#### Summary

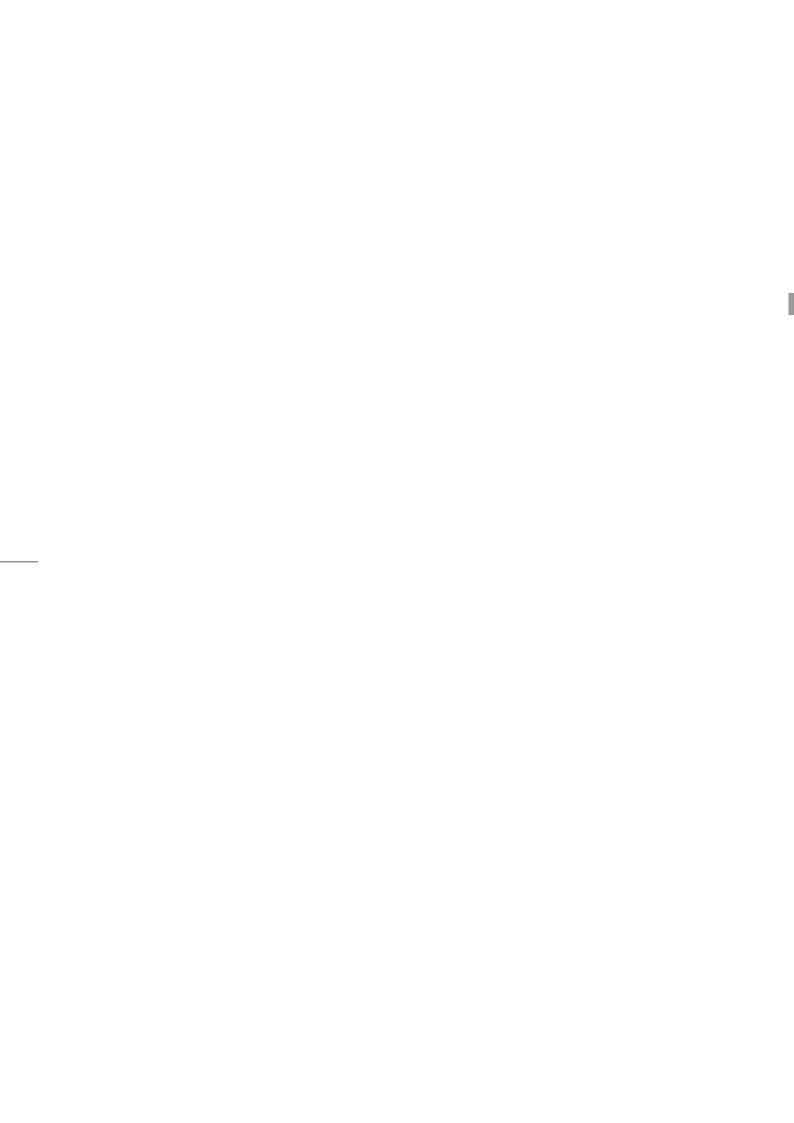
The reseachs of the antioxidantive activity of bioflavanoids extracted from vegetative raw materials, in the simulated systems *in vitro* was conducted. Baikalin was isolated from the roots of *Scutellaria baicalensis*, sophoricoside — from the fruits of *Sophora japonica*, flavolignans — from the fruits of *Sylibum marinum*. The highest antioxidant activity of baikalin is determined. It exceeds more than a twice the same index of rutin standard. The antioxidant properties of baikalin are displayed due to high antiradical and chelatic efficiencies, some properties of sophoricoside — due to antisuperoxidat and chelatic efficiencies, some properties of flavolignans of *S. marinum* — due to antiradical efficiency.

Key words: bioflavanoids, antioxidant activity, models in vitro.



# БОТАНІКА, ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН





УДК 574. 5(477.42)

**В. П. Герасим'ю**к, канд. біол. наук, доцент Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра ботаніки, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

### МІКРОСКОПІЧНІ ВОДОРОСТІ БЕНТОСУ СТЕПОВОЇ РІЧКИ КОДИМИ

Досліджено видовий склад мікроскопічних водоростей бентосу степової річки Кодими. На протязі 2004—2008 рр. на трьох станціях водойми виявлено 92 види водоростей, які відносяться до Bacillariophyta (66 видів), Cyanophyta (13), Chlorophyta (10) і Euglenophyta (3). З них 68 видів мікроскопічних водоростей наведено вперше.

Ключові слова: мікроскопічні водорості, річка Кодима, вид, бентос.

Малі річки України відіграють суттєву роль у забезпеченні водою багатьох екосистем, які розташовані переважно у степовій зоні України. Вони необхідні для життя багатьох рослин і тварин, використовуються для поливу сільськогосподарських угідь, створення штучних водойм (водосховищ і ставків). Однією з вищезгаданих є степова р. Кодима, яка є правою притокою р. Південного Бугу. Довжина річки складає 160 км, ширина коливається від 3 до 20 м [1]. Під час весняної повені Кодима широко розливається і затоплює свою долину.

Мікроскопічні водорості р. Кодими відіграють важливу роль у створенні органічної речовини, кисню та в утилізації забруднення. Перші відомості стосовно водоростей р. Кодими відомі з 20-х років ХХ століття [2, 3]. Основна увага в них приділяється вивченню епіфітних та вільно плаваючих ниткуватих зелених та харових водоростей, кількість яких склала 20 видів. Вивченню фітопланктону цієї водойми була присвячена стаття П. Д. Клоченка, Т. І. Митковської, А. І. Сакевича [4], в якій наведені 36 видів мікроскопічних водоростей. Вони належали до синьо-зелених (3 види), зелених (7), діатомових (19), евгленових (3), дінофітових (2) і криптофітових (2 види). Серед них були наведені Oscillatoria woronichii Anissim., Coelastrum sphaericum Näg., Scenedesmus quadricauda Breb. ex Chod., Monoraphidium arcuatum (Korsh.) Hind., Nitzschia acicularis W. Sm., Navicula viridula Kütz., Synedra ulna (Nitzsch) Ehr., Gymnodinium rotundatum Klebs, G. sp. Подальші альгологічні дослідження цієї водойми були проведені Ф. П. Ткаченком [5], під час яких в річці було знайдено 24 види водоростей-макрофітів. Літературні дані [2—5] стосовно вивчення водоростей р. Кодими уривчасті й неповні та не дають загального уявлення про водорості цієї водойми.

Метою роботи було вивчити біорізноманітність мікроскопічних водоростей бентосу степової р. Кодими.

#### Матеріали і методи дослідження

Матеріалом були проби, відібрані з вересня 2004 р. по листопад 2008 р. на трьох станціях річки. Мікроскопічні водорості вивчали щоквартально на макрофітах (Ceratophyllum demersum L., Enteromorpha compressa (L.) Grev., Myriophyllum spicatum L., Phragmites australis (Cav.) Trin ex Steud, Potamogeton pec-

tinatus L., Rhizoclonium sp., Spirogyra sp., Ulothrix sp.), в обростаннях каміння, на мулистих ґрунтах. Усього було зібрано та вивчено 19 проб. Матеріал збирали та обробляли за загальновизнаними методиками [6, 7]. Водорості досліджували спочатку у живому стані, а потім і на постійних препаратах. До мікроскопіювання діатомові водорості піддавали спеціальній обробці [6] за допомогою холодного методу спалювання органічної речовини у концентрованій сірчаній кислоті. Постійні препарати виготовляли за методикою А. А. Ельяшева [8]. Всього виготовлено 19 постійних препаратів. Видовий склад водоростей визначали за допомогою світлових мікроскопів XSP-104 (Росія), РZО (Польща), Ergaval (Німеччина) за збільшеннями 10×40; 10×100. Для визначення видового складу водоростей використовували визначники, атласи та монографії [9—12].

#### Результати досліджень та їх аналіз

В результаті досліджень було знайдено та ідентифіковано 92 види водоростей, які відносяться до 49 родів, 30 родин, 17 порядків, 8 класів і 4 відділів (табл. 1).

Таблиця 1 Видовий склад водоростей річки Кодими, їх екологічні особливості та географічне поширення

	Екологічні особливості				Геогра-
Таксони водоростей	Місце- зростан- ня	Галоб- ність	Алка- лифіль- ність	Сап- роб- ність	фічне поши- рення
Cy	anophyta				
*1. Anabaena constricta (Szaf.) Geitl.	пл	i	алк	п	к
*2. Merismopedia glauca (Ehr.) Näg.	ПЛ	i	i	β-α	б
*3. M. minima G. Beck	пл	i		'	
*4. Microcystis aeruginosa Kütz. emend Elenk.	пл	гл	алк	β	К
*5. Oscillatoria amphibia Ag.	об	гл	алк	<u>β</u>	К
6. O. brevis (Kütz.) Gom.	об	M	алк	α	К
*7. O. chalybea (Mert.) Gom.	об	M	алк	α	б
*8. O. limosa Ag.					
— f. disperso- granulata (Sckorb.)Elenk.	об	M	алк	β-α	б
9. O. margaritifera (Kütz.) Gom.	об	M	алк	'β	К
*10. O. quadripunctulata Bruhl.	об	M			б
*11. O. tenuis Ag.	об	i		α	К
12. Phormidium sp.	об				
*13. Spirulina meneghiniana Zanard.	об	M	алк	β	К
Eug	lenophyta				
*14. Euglena deses Ehr.	бен	i	алк	п	б
*15. E. viridis Ehr.	бен	i	алк	п	к
*16. Trachelomonas sp.	бен	i			
Bacil	lariophyta		•		•
*17. Achnanthidium exiguum (Grun.) Czarn.	об	i	алк	β	к
18. Amphora ovalis Kütz.	бен	i	алк	β	б
*19. A. pediculus (Kütz.) Grun.	бен	i	алк	β	б
*20. A. veneta Kütz.	бен	i	i	β	к
*21. Anomoeoneis sphaerophora (Ehr.) Pfitz.	бен	гл	алк	β-α	К
22. <i>Bacillaria paxillifer</i> (O. Müll.)Hend.	бен	M	алк	β	К
23. Brebissonia boeckii (Ehr.) O'Meara	об	M	алк	β	б
*24. Caloneis amphisbaena (Bory) Cl.	бен	ГЛ	алк	β-α	б

Продовження таблиці 1

Екологічні особливості						
Таксони водоростей	Місце- зростан-	Галоб- ність	Алка- лифіль- ність	Сап- роб- ність	Геогра- фічне поши-	
	ня		ність	ність	рення	
25. Cocconeis placentula Ehr.	об	i	алк	О	к	
*26. Cosmioneis pusilla (W. Sm.) Mann et Stickle	бен	ГЛ	i		б	
*27. Craticula cuspidata (Kütz.) Mann	бен	i	алк	β	б	
*28. C. halophila (Grun.) Mann	бен	M	алк		б	
29. Cyclotella meneghiniana Kütz.	ПЛ	ГЛ	алк	α	К	
*30. Cylindrotheca closterium (Ehr.) Reim. et Lew.	пл	M	алк	_	б	
*31. Cymatopleura librile (Ehr.) Pant.	бен	i	алк	В	6	
*32. Cymbella lanceolata (Ag.) Ehr.	об	i	i	β	6	
*33. C. neocistula Kram.	૦૦	i	алк	β	6	
*34. C. parva (W. Sm.) Wolle	૦૦	i	алк	0	6	
*35. C. tumida (breb.)V. H.	૦૦	i	алк		б	
36. Diatoma elongatum (Lyngb.) Ag. 37. Diatoma vulgare Bory	об	ГЛ	алк		б	
-var. lineare Grun.	об	ГЛ	i	β	К	
*38. Encyonema caespitosum Kütz.	об	i	i	0	К	
*39. E. elginense (Kram.) Mann	об	i	алк		К	
*40. E. prostrata (Berk.) Kütz.	об	i	алк	β	K	
41. Entomoneis paludosa (W. Sm.)Reim.	бен	M	алк		б	
*42. Epithemia adnata (Kütz.) Breb.	૦૦	i	алк	β	К	
43. E. sorex Kütz.	об	ГЛ	алк	β	б	
*44. Fallacia pygmaea (Kütz.) Stick et Mann 45. Fragilarioforma virescens (Ralfs) Will.	бен	ГЛ	алк	α	К	
et Round	об	i	ац	0	па	
46. Gomphonema acuminatum Ehr.	об	i	алк		К	
*47. G. angustatum (Kütz.) Rabenh.	об	i	ац		б	
*48. G. augur Ehr.	૦૦	i	1	β	па	
*49. G. parvulum (Kütz.) Grun.	οğ	i	i	þ	<u>б</u>	
*50. G. truncatum Ehr.	об	i	алк	β β β β	<u>б</u>	
*51. Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenh.	бен	i	алк	p	<u>و</u>	
*52. G. attenuatum (Kütz.) Cl.	бен	i	алк	p p	<b>б</b>	
53. G. spenceri (Queck.) Grif. et Henfr.	бен	M i	алк	β	б	
54. <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun. *55. <i>Hippodonta hungarica</i> (Grun.) LB.,	бен	1	i	α	К	
Metzeltin et Witkowski	бен	FIT	OTIV	R	б	
56. <i>Melosira varians</i> Ag.	ПЛ	гл i	алк алк	β β	K	
*57. Navicula gregaria Donk.	бен	ГЛ	алк	β	K K	
*58. N. peregrina (Ehr.) Kütz.	бен	M	алк	P	K	
*59. N. radiosa Kütz.	бен	i	i	β	K	
*60. N. reinhardtii (Grun.) Grun.	бен	i	алк	β	K	
*61. N. salinarum Grun.	бен	M	i	β	К	
62. N. viridula (Kütz.) Ehr.	бен	гл	алк	β-α	К	
63. Nitzschia acicularis (Kütz.) W. Sm.	пл	i	алк	α	К	
*64. N. amphibia Grun.	бен	i	алк	β-α	К	
*65. N. filiformis (W. Sm.) Schьtt	бен	гл	алк	α	б	
*66. N. frustulum (Kütz.) Grun.	бен	гл	алк	β	к	
*67. <i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	бен	гл	алк	ά	К	
*68. N. sigma (Kütz.) W. Sm.	бен	M	алк	α	К	
*69. <i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehr.	бен	i	ац	β	б	
*70. Planothidium lanceolata (Breb.) Round			1	"		
et Bukht.	об	i	алк	β	б	
*71. Pleurosigma elongatum W. Sm.	бен	ПГ	алк	"	б	
72. Rhoicosphenia abbreviata (Ag.)L-B.	об	гл	алк	β	К	
*73. <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll.	об	i	алк	0	б	
74. Surirella brebissonii Kram. et LB.						
-var. kuetzingii Kram. et LB.	бен	гл	алк	β	к	

Закінчення таблиці 1

	Екологічні особливості				Геогра-
Таксони водоростей	Місце- зростан- ня	Галоб- ність	Алка- лифіль- ність	Сап- роб- ність	фічне поши- рення
*75. S. ovalis Breb.	бен	гл	i	β	К
*76. Synedra acus Kütz.	об	i	алк	β	б
77. S. ulna (Nitzsch) Ehr.	об	i	алк	β β β	К
78. Tabularia tabulata (Ag.) Snoeijs	об	M	i	α	К
*79. Tryblionella angustata W. Sm.	бен	i	алк	α	б
*80. T. apiculata Greg.	бен	M	алк	α	б
*81. T. gracilis W. Sm.	бен	ГЛ	алк	α	б
*82. T. hungarica (Grun.) Mann	бен	M	алк	α	К
Chlo	rophyta				
*83. Crucigenia lautebornei (Schmidle) Schmidle	пл	i			
*84. Closterium sp.	бен	i			
*85. Cosmarium sp.	бен	i			
*86. Desmodesmus opoliensis (P. Richt.) Hegew.	пл	i		β	К
87. D. serrato-pectinatus (Chod.) Tsar.	пл	i		-	
*88. Pediastrum duplex Meyen	пл	i	i	β	
*89. P. tetras (Ehr.) Ralfs	пл	i		о-в	К
*90. Scenedesmus acutus Meyen	пл	i			1
*91. S. ellipticus Corda	пл	i		о-β	К
*92. S. falcatus Chodat	ПЛ	i		ο-β	К

У м о в н і п о з н а ч к и: пл — планктон; об — обростання; бен — бентос; пг — полігалоб; м — мезогалоб; гл — галофіл; і — індиферент; алк — алкалофіл; ац — ацідофіл; о — олігосапроб; п — полісапроб;  $\beta$  — бетамезосапроб;  $\alpha$  — альфамезосапроб;  $\delta$  — бореальний; к — космополіт; па — північно-альпійський; \* — нові види водоростей для р. Кодими

За видовим складом діатомові водорості (66 видів) переважають над синьозеленими (13), зеленими (10) та евгленовими (3). Систематичний склад мікроскопічних водоростей р. Кодими представлений у табл. 2.

Таблиця 2 Систематична структура водоростей мікрофітобентосу річки Кодими

II	Кількість						
Назва відділу	класів	порядків	родин	родів	видів		
Bacillariophyta	3	11	20	35	66		
Cyanophyta	2	3	4	6	13		
Chlorophyta	2	2	5	6	10		
Euglenophyta	1	1	1	2	3		
Усього	8	17	30	49	92		

Більша частина списку водоростей (68 видів), представлених у табл. 1, наведена для р. Кодими вперше.

До провідних родин належали Bacillariaceae — 12 видів, Oscillatoriaceae — 9, Cymbellaceae — 8, Naviculaceae — 7, Scenedesmaceae — 5, Gomphonemataceae — 5, Fragilariaceae — 4, Pleurosigmataceae — 4, Catenulaceae — 3, Surirellaceae — 3, які склали основу видового складу цієї водойми. Найбільшою різноманітністю відрізнялися роди *Oscillatoria* Vauch. (7 видів), *Nitzschia* Hass. (6),

Navicula Bory (6), Gomphonema (Ag.) Ehr. (5), Cymbella Ag. (4) i Tryblionella W. Sm. (4).

Водорості, які відносяться до одноклітинного рівня організації, нараховують 49 видів (53,3%), колоніальні складають 33 види (35,9%), багатоклітинний рівень організації представляють 10 видів (10,8%). Водорості з кокоїдною формою слані нараховували 76 видів (82,6%), з нитчастою — 10 (11,0%), з монадною та пальмелоїдною склали по 3 види (3,2%), відповідно. Серед них виділяють рухливі (53 види) й нерухливі (39) форми.

За відношенням до місцезростання зустрічаються планктонні (16 видів) та бентосні (76) види. Серед останніх виділяють донні (41 вид) і форми, які входять до складу обростань (35). За відношенням до субстрату водорості розподілилися наступним чином: на макрофітах знайдено 50, в мулі — 31 і на каміннях — 11 видів.

У відповідності до солоності води переважали прісноводні водорості (олігогалоби) — 73 види (79,3%), з них 52 (56,5%) відносяться до індиферентів, а 21 (22,8%) — до галофілів. Солонуватоводні водорості (мезогалоби) нараховували 18 видів (19,6%), а морські (полігалоби) тільки один вид *Pleurosigma elongatum* W. Sm. Також слід відмітити, що один вид відносився до форм з невстановленим рівнем солоності.

За відношенням до рН середовища домінувала група алкалофілів — 61 вид (66,3%), індиференти склали 14 (15,2%), ацидофіли — 3 види (3,3%), 14 видів є представниками групи з невстановленим відношенням до рН води р. Кодими.

3 вищенаведених таксонів лише 72 є індикаторами органічного забруднення р. Кодими, серед яких переважають мезосапробні форми (61 вид або 66,3%). Із них 40 видів (43,5%) складає група  $\beta$ -мезосапробів, 15 видів (16,3%) належать до групи  $\alpha$ -мезосапробів, 6 видів (6,5%) відносяться до  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробів. Разом з тим група індикаторів чистих вод (олігосапробів) представлена 5 видами (5,4%), а представники брудних вод (полісапроби) мають 3 види (3,3%). Змішана група оліго- $\beta$ -мезосапробів нараховує 3 види. Інші види мають причетність до таксонів з невстановленим відношенням до органічного забруднення. Відповідно значенню сапробного індексу (2,31), розрахованого за водоростями-індикаторами, р. Кодима належить до  $\beta$ -мезосапробних водойм.

За географічним розповсюдженням водоростей р. Кодими переважали космополіти (44 види або 47,8%), трохи їм поступалася бореальна група (37 видів або 40,2%), північно-альпійські види складали 2 види (2,2%). Інші таксони мають відношення до групи з невстановленим географічним поширенням.

#### Висновки

- 1. У мікрофітобентосі р. Кодими знайдено 92 види мікроскопічних водоростей, які відносяться до 4 відділів, 8 класів, 17 порядків, 30 родин і 49 родів. З них 68 видів мікроскопічних водоростей р. Кодими наведені вперше.
- 2. За видовим складом переважають діатомові водорості (66 видів) над синьо-зеленими (13), зеленими (10) і евгленовими (2).

Висловлюю подяку професору кафедри ботаніки Одеського національного університету імені І. І. Мечникова Ткаченко Ф. П. за надання проб.

#### Література

1. *Швебс Г. І., Єгошин М. І.* Каталог річок і водойм України. — Одеса: Астропринт, 2003. — 390 с.

- 2. *Підлісний В. І.* Нарис *Charales* р. Кодими (доплив Південного Бугу) // Тр. фіз.-мат. відділу АН УРСР. 1928. Т. 10. Вип. 2, № 3. С. 123—136.
- 3. *Ширшов П. П.* Про ниткуваті водорості та їх епіфіти з р. Південного Бугу, Кодими та Кисільовського кар'єру // Зб. праць Дніпропетр. біол. ст. 1928. Ч. 4. С. 3—22.
- 4. *Клоченко П. Д., Митковская Т. И., Сакевич А. И.* Фитопланктон малых рек Николаевской области (Украина) // Альгология. 1993. Т. 3, № 4. С. 57—63.
- 5. *Ткаченко Ф. П.* Макрофіти степових річок Північного Причорномор'я Кодими та Тилігула // Аграрний вісник Причорномор'я. 2007. Вип. 41. С. 13—20.
- 6. *Диатомовые* водоросли СССР. Ископаемые и современные. Л.: Наука, 1974. Т. 1. 400 с.
  - 7. *Водоросли*. Справочник. К.: Наук. думка, 1989. 608 с.
- 8. Эльяшев А. А. О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа // Труды НИИ геологии Арктики. 1957. № 4. С. 74—75.
- 9. *Визначник* прісноводних водоростей України. К.: Наук. думка, 1993. Т. 1—12.
- 10. *Царенко П. М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Укр. ССР. К.: Наук. думка, 1990. 208 с.
- 11. Гусляков Н. Е., Закордонец О. А., Герасимюк В. П. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов. К.: Наук. думка, 1992. 112 с.
- 12. Gerasimiuk V. P., Gerasymova O. V., Struk M. O., Terenko G. V. et al. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 2. Bacillario-phyta. Ruggell: A. R. A. Gantner Verlag K. G., 2009. 413 p.

#### В. П. Герасимюк

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра ботаники, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

#### МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ВОДОРОСЛИ БЕНТОСА СТЕПНОЙ РЕКИ КОДЫМЫ

#### Резюме

Исследован видовой состав микроскопических водорослей бентоса степной речки Кодымы. На протяжении 2004—2008 гг. на трех станциях водоема найдено 92 вида водорослей, которые относятся к Bacillariophyta (66 видов), Cyanophyta (13), Chlorophyta (10) и Euglenophyta (3). Из них 68 видов водорослей приведены впервые.

Ключевые слова: микроскопические водоросли, река Кодыма, вид, бентос.

#### V. P. Gerasimiuk

Odesa National Mechnykov University, Department of Botany, Dvoryanska St., 2, 65082, Odesa, Ukraine

#### MICROSCOPIC BENTHIC ALGAE OF THE STEPPE RIVER KODYMA

#### Summary

The species composition of microscopic benthic algae of the steppe river Kodyma was studied. During the period of 2004—2008 years at three stations of reservoir there were found 92 species of algae, belong to Bacillariophyta (66 species), Cyanophyta (13), Chlorophyta (10) and Euglenophyta (3). 68 species of them are new for the river Kodyma.

**Key words:** microscopic algae, the river Kodyma, species, benthos.

УДК 634.26:581.192

Г. В. Корнільєв, м. н. с., В. М. Єжов, академік УААН, директор НБС—ННЦ Нікітський ботанічний сад — Національний науковий центр НБС—ННЦ, Нікіта, Ялта, АР Крим, 98612, Україна, e-mail: gurij-kornilev@yandex.ru

### ДИНАМІКА МОНО- ТА ДИСАХАРИДІВ У ПЛОДАХ НЕКТАРИНА У ПРОЦЕСІ ДОСТИГАННЯ

Вивчено динаміку моно- та дисахаридів у процесі достигання плодів 4 сортів нектарина селекції НБС—ННЦ. Для середніх та пізніх сортів наявні 3 стадії достигання, які відрізняються характером накопичення вуглеводів. У досліджуваний період у плодах цих сортів установлено підвищення частки дисахаридів, а в плодах пізніх сортів, крім того, — вмісту моно- та дисахаридів.

Ключові слова: нектарин, плоди, достигання, моносахариди, дисахариди.

У процесі трансформації вуглеводів утворюється основна частина енергії, яка необхідна для біосинтезу органічних сполук та життедіяльності організму. Крім енергетичної функції вуглеводи, особливо моно- та дисахариди, здебільшого зумовлюють смак плодів, тому вивчення вмісту та динаміки моно- та дисахаридів є важливим. Воно особливо актуальне для нових і нетрадиційних культур, з-поміж яких перспективним для півдня України з погляду зовнішнього вигляду та смакових якостей є нектарин — *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof. — персик голоплідний [1].

Попередніми працями показано, що у плодах нектарина колекції НБС—ННЦ міститься 3,35—5,92 г/100 г моносахаридів та 5,65—7,88 г/100 г дисахаридів [2—4]. На думку низки дослідників [5—8], динаміку вуглеводів у плодах персика (як культури, спорідненої з нектарином) можливо пов'язати зі зростанням маси плодів, умовно поділивши її на три стадії: І (характеризується швидким зростанням плодів і низьким рівнем накопичення крохмалю, глюкози, сахарози; в залежності від терміну достигання сорту триває 5—7 тижнів після закінчення цвітіння); ІІ (характеризується слабким зростанням маси плодів і низьким рівнем накопичення вуглеводів; припадає на 7-й — 11-й тижні після закінчення цвітіння); III (характеризується швидким зростанням плодів і підсиленим накопиченням простих вуглеводів; відповідає 11-му — 18-му тижням після закінчення цвітіння). У плодах персика відбувається збільшення суми простих вуглеводів на І стадії, приблизно постійні її значення на II, істотний приріст протягом III стадії та різке зниження до моменту збирання плодів, пов'язане з їх перезріванням, а на II стадії активне зростання плодів припиняється та вуглеводи з листя транспортуються до плодів. При цьому відзначено істотний приріст вмісту сахарози на III та приріст глюкози на I та III стадіях.

Як видно, динаміку вуглеводів у процесі достигання плодів персика опушеного вивчено досить детально, тоді як подібні дослідження для плодів нектарина практично не проводилися. До того ж виявлені із застосуванням t-критерію [4] вірогідні відмінності кількісного вмісту моносахаридів і дисахаридів у плодах персика та нектарина унеможливлюють автоматичне поширення цих даних на нектарин.

Крім того, наведений у низці праць про нектарин [9, 10] вміст дисахаридів у перерахунку на глюкозу є методично некоректним, позаяк ураховує лише кількість глюкози, що утворилася після гідролізу сахарози. Також некоректною є «сума цукрів», перерахована на глюкозу, оскільки в зрілих плодах нектарина переважає сахароза [11]. Крім того, отримані значення щодо динаміки вуглеводів не перераховувалися на суху масу плодів, що додає певної похибки за рахунок зміни соковитості тканин у процесі достигання. Метою праці було вивчення сортових особливостей динаміки моно- та дисахаридів у плодах нектарина в процесі їх достигання.

### Матеріали і методи дослідження

Об'єктом дослідження були плоди нектарина 4 сортів селекції НБС—ННЦ середніх (І—ІІІ декади серпня — 'Аметист', 'Кримчанин') та пізніх (І—ІІІ декади вересня — 'Євпаторійський', 'Рубіновий 8') строків достигання [12]. Плоди аналізували в день збирання, при цьому вивчення плодів починали від початку формування кісточки, а закінчували за настання знімної стиглості. Дослідження проводили в 2005—2008 рр., інтервал між суміжними аналізами плодів становив 15 діб. Вміст моно- та дисахаридів визначали за Бертраном [4] з перерахунком вмісту моносахаридів на глюкозу, дисахаридів — на сахарозу.

#### Результати та їх обговорення

У процесі достигання плодів нектарина встановлено істотну зміну вмісту моно- та дисахаридів (рис. 1, 2), що відповідає уявленням про проходження низки стадій, які вірізняються інтенсивністю накопичення вуглеводів [5, 6]. У плодах середніх і пізніх сортів кількість моносахаридів зростала від моменту

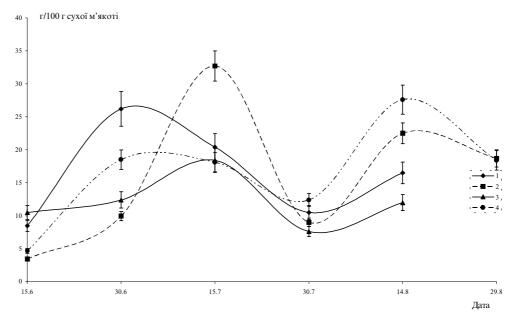


Рис. 1. Динаміка вмісту моносахаридів у плодах нектарина у процесі достигання: Сорти: I — 'Аметист'; 2 — 'Євпаторійський'; 3 — 'Кримчанин'; 4 — 'Рубіновий 8'

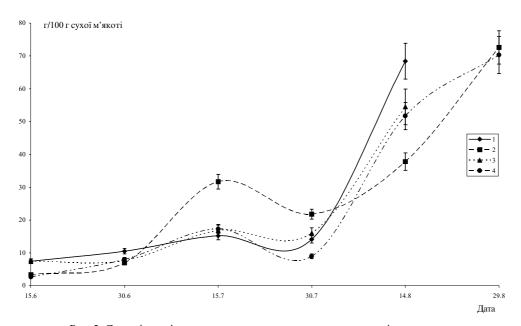


Рис. 2. Динаміка вмісту сахарози у плодах нектарина у процесі достигання: Сорти: I — 'Аметист'; 2 — 'Євпаторійський'; 3 — 'Кримчанин'; 4 — 'Рубіновий 8'

початку досліджень, сягаючи максимуму наприкінці червня — в середині липня, що можна пояснити синтезом вуглеводів як в листках, так і, частково, в хлоропластах зелених плодів. Крім того, в цей період, очевидно, гідролізувалися запасні речовини, насамперед крохмаль. Також на цьому відрізку, що відповідає I стадії розвитку плоду та характеризується початком затвердіння кісточки, відбувалося поступове накопичення дисахаридів. У подальшому вміст досліджуваних вуглеводів зменшувався. Це відповідало стадії II («уповільненого зростання»), яка супроводжується формуванням зародка та розвитком сім'ядоль. Можна припустити, що на цій стадії активізувався гідроліз дисахаридів, а моносахариди зазнавали окиснювального трансформування, беручи участь у процесах енергетичного та пластичного обміну. За 2—4 тижні до настання знімної стиглості у м'якуші плодів виявлено повторне інтенсивне накопичення моно- та дисахаридів, що відповідає характеру стадії ІІІ [5, 6], зокрема активному відтоку вуглеводів з листків до плодів [8]. У плодах 3 сортів ('Євпаторійський', 'Кримчанин', 'Рубіновий 8') за 2 тижні до знімної стиглості спостерігалося деяке зниження вмісту моносахаридів, ймовірно, за рахунок переходу останніх у дисахариди, зокрема сахарозу.

Зазначені коливання вмісту вуглеводів у ранніх сортах не спостерігалися, що може пояснюватися коротким проміжком часу (менше 2 тижнів) між можливими екстремумами. Загалом, у пізніх сортах нектарина ('Євпаторійський', 'Рубіновий 8') мав місце більший вміст як моно-, так і дисахаридів порівняно із середніми та ранніми сортами.

Для оцінювання зміни співвідношення моно- та дисахаридів у процесі достигання плодів нектарина розраховано молярну частку дисахаридів в загальній сумі моно- та дисахаридів (рис. 3).

Деяке зниження цього показника на початку досліджень може бути пов'язане з гідролізом дисахаридів, які утворилися як побічний продукт або проміжна

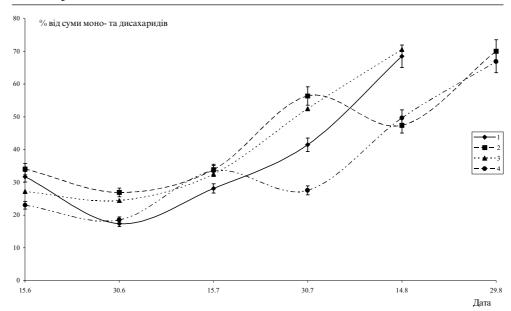


Рис. 3. Зміна молярної частки сахарози у плодах нектарина у процесі достигання Сорти: I — 'Аметист'; 2 — 'Євпаторійський'; 3 — 'Кримчанин'; 4 — 'Рубіновий 8'

ланка під час деструкції запасних живильних речовин. У подальшому спостерігалося закономірне збільшення частки дисахаридів, кількість яких переважала на момент знімної стиглості. Загалом тенденції накопичення моно- та дисахаридів відповідають динаміці, яка виявлена для кісточкових культур, передусім персика.

Узагальнюючи отримані дані, можна зробити такі висновки:

- 1. Динаміка моно- та дисахаридів у плодах нектарина тісно пов'язана з фазами їх розвитку, які супроводжуються різною інтенсивністю процесів синтезу та розпаду вуглеводів.
- 2. Молярна частка дисахаридів у процесі достигання плодів нектарина збільшується.
- 3. Плоди пізніх сортів нектарина ('Євпаторійський', 'Рубіновий 8') містять більше моно- та дисахаридів порівняно з середніми.

Отримані дані щодо динаміки моно- та дисахаридів  $\varepsilon$  основою для вивчення їх якісного складу, а також чинників, що впливають на характер метаболізму вуглеводів у рослині.

### Література

- 1. *Шоферистов Е. П.* Происхождение, генофонд и селекционное улучшение нектарина: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.01; 06.00.05 / Госуд. Никит. ботан. сад. Ялта, 1995. 56 с.
- 2. *Ежов В. Н.* Химический состав плодов селекционных и интродуцированных в Крым сортов нектарина и перспектива их переработки / Ежов В. Н., Шоферистов Е. П., Рихтер А. А., Полонская А. К., Курбанов З. Г. // Вісник аграрної науки Південного регіону Одесса, 2004. С. 155—163.
- 3. *Корнильев Г. В.* Особенности химического состава плодов нектарина сортов селекции НБС—ННЦ / Корнильев Г. В., Ежов В. Н., Полонская А. К., Рихтер А. А., Шоферистов Е. П. // Бюл. Никит. ботан. сада. 2006. Вып. 93. С. 62—68.

- 4.  $\mathit{Puxmep\ A}$ . A. Совершенствование качества плодов южных культур. Симферополь: Таврия, 2001. 426 с.
- 5. Fishman M. L., Levaj B., Gilespie D. Changes in physico-chemical properties of peach fruit pectin during on tree-ripening and storage // J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1993. V. 118. N. 3. P. 343—349.
- 6. Masia A. Some biochemical and ultrastructural aspects of peach fruit development / Masia A., Zanchin A., Rascio N., Ramina A. // J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1992. V. 117. N. 5. P. 808—815.
- 7. Sandhu S. S., Dhilon B. S. Comparison of fruit growth and endogenous metabolites in developing early and late peaches // J. Pes. Punjab Agric. Univ. 1982. V. 19. N. 4. P. 307—319.
- 8. *Moriguchi T., Sanada T., Yamaki S.* Seasonal fructiations of some enzymes relating to sucrose and sorbitol metabolism in peach fruit // J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 1978. V. 103. N. 6. P. 716—722.
- 9. *Кривенцов В. И., Шоферистов Е. П.* Биохимическая и помологическая характеристика перспективных сортов нектарина // Бюл. Гос. Никит. ботан. сада. 1987. Вып. 62. С. 108—112.
- 10. *Рихтер А. А.* Биохимические признаки плодов различных сортов нектарина // Прикл. биохим. и микробиол. 1999. Т. 35, № 1. С. 96—99.
- 11. Wills R. B. H., Seriveen F. M., Greenfield H. Nutrient composition of stone fruit (*Prunus spp.*) cultivars apricot, cherry, nectarine, peach and plum // J. Sci. Food Agric. 1983. V. 34. № 12. P. 1383—1389.
- 12. *Каталог* сортов нектарина коллекции Государственного Никитского ботанического сада / Сост. Е. П. Шоферистов, В. П. Орехова, Г. В. Овчаренко. Ялта, 1988. 16 с.

#### Г. В. Корнильев, В. Н. Ежов

Никитский ботанический сад — Национальный научный центр, отдел биотехнологии и биохимии растений НБС—ННЦ, Никита, Ялта, АР Крым, 98612, Украина

# **ДИНАМИКА МОНО- И ДИСАХАРИДОВ В ПЛОДАХ НЕКТАРИНА В ПРО- ЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ**

#### Резюме

Изучена динамика моно- и дисахаридов в процессе созревания плодов 4 сортов нектарина селекции НБС—ННЦ. Для средних и поздних сортов имеют место 3 стадии созревания, различающиеся характером накопления углеводов. В исследуемый период в плодах этих сортов установлено повышение доли дисахаридов, а в плодах поздних сортов, кроме того, — содержания суммы моно- и дисахаридов.

Ключевые слова: нектарин, плоды, созревание, моносахариды, дисахариды.

#### G. V. Kornilyev, V. N. Ezhov

Nikitsky Botanical Gardens — National Scientific Center NBG—NSC, Nikita, Yalta, Crimea, 98612, Ukraine

# THE DYNAMICS OF MONOSACCHARIDES AND DISACCHARIDES IN NECTARINE FRUITS DURING THE RIPENING

#### Summary

The dynamics of monosaccharides and disaccharides in fruits of 4 nectarine varieties bred in NBG—NSC have been studied. 3 stages with different carbohydrates accumulation have been determined for the middle-ripening and the late-ripening varieties. It was established that the disaccharides part was increasing in nectarine fruits during the research-period. It was found out more monosaccharides and disaccharides in the late-ripening varieties of fruits.

Key words: nectarine, fruits, ripening, monosaccharides, dysaccharides.



# ГЕНЕТИКА, МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ, ЦИТОЛОГІЯ



УДК 577.21:575.22:632.4:581.2

Л. В. СУДАРЧУК <sup>1</sup>, аспірант,

**С. В. ЧЕБОТАР** <sup>1</sup>, д-р біол. наук, провідний науковий співробітник, **О. І. РИБАЛКА** <sup>2</sup>, д-р біол. наук, завідувач відділу,

Ю. М. СИВОЛАП 1, академік НААН України, д-р біол. наук, директор

- <sup>1</sup> Південний біотехнологічний центр в рослинництві НААН України, Овідіопольська дор., 3, Одеса, 65036, Україна, тел.: (0482) 395 557, e-mail: genome2006@mail.ru
- <sup>2</sup> Селекційно-генетичний інститут Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН України, Овідіопольська дор., 3, Одеса, 65036, Україна

### ДЕТЕКЦІЯ МОДИФІКОВАНОЇ ТРАНСЛОКАЦІЇ 1R<sub>s</sub>.1B<sub>t</sub> ЗА ДОЙОМОГОЮ МОЛЕКУЛЯРНИХ МАРКЕРІВ У СЕЛЕКЦІЙНОМУ МАТЕРІАЛІ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

За допомогою ПЛР-детекції з молекулярними маркерами (Xrems1303, SR1R003, ω-sec-P3/P4, GliB1.1, GliB1.2, Xgwm18, Xgwm550) у популяції  $F_4$  виявили модифіковану центричну транслокацію  $1R_{\rm S}.1B_{\rm L}$ , в якій секаліновий локус Sec-1 заміщений на фрагмент хромосоми 1B<sub>s</sub> пшениці, що несе локус Gli-B1/Glu-B3 і містить проксимальний фрагмент 1R<sub>s</sub> хромосоми жита. Зазначений проксимальний фрагмент несе гени стійкості до борошнистої роси (Ртв), листової, стеблової, жовтої іржі (Lr26, Sr31, Yr9, відповідно). Запропонований підхід дозволяє ефективно ідентифікувати в селекційному матеріалі м'якої пшениці генотипи з модифікованою транслокацією 1R<sub>s</sub>.1B<sub>t</sub>.

Ключові слова: ПЛР-детекція, молекулярні маркери, транслокація 1R<sub>s</sub>.1B<sub>t</sub>, Triticum aestivum L., Secale cereale L.

Стійкість рослин до хвороб і шкідників — необхідна умова для успішного використання культур на сучасному етапі розвитку сільського господарства. Для підвищення стійкості пшениці до різних патогенів м'яку пшеницю (*Triticum* aestivum L., AABBDD, 2n=6x=42) залучають до віддаленої гібридизації з видами жита, пирію, егилопсу [1]. Жито (Secale cereale L., 2n=2x=14, RR) є одним із донорів генів стійкості (*Lr26, Yr9, Yr10, Sr27, Sr31, Pm8, Pm17, Gb2, Gb6*) до різних патогенів [2-4].

Житньо-пшенична транслокація, а саме транслокація короткого плеча хромосоми 1R жита на довге плече 1В хромосоми пшениці, широко використовується в селекції м'якої пшениці більш ніж 30 років. Джерелом даної транслокації у більшості сучасних сортів м'якої пшениці є лінія Riebesel 47-51, створена Г. Рибезелем (Riebesel), яка містить транслокацію від жита Petkus (2x) [5, 6]. У літературних джерелах зафіксовано, що за присутності транслокації  $1R_s$ . $1B_t$ спостерігається підвищення врожайності та адаптивності пшениці до впливу факторів зовнішнього середовища [7—11]. Фенотипову оцінку та селекційний (візуальний) відбір форм із транслокацією іноді ускладнено тим, що неможливо виявити рослини з транслокацією серед рослин, у яких вона відсутня. Крім цього, транслоковане плече  $1R_S$  житньої хромосоми містить локус Sec-1, що контролює біосинтез запасних білків жита — секалінів, які в свою чергу негативно впливають на хлібопекарську якість пшеничного борошна (секаліни при замісі тіста можуть переходити в розчин із водою, при цьому тісто стає липким та пливе, погано підходить) [12, 13]. Роботи по отриманню модифікованої  $1R_s$  хромосоми, в якій присутні гени стійкості (Lr26, Yr9, Sr31, Pm8) до патогенів і вилучений негативний по відношенню до якості локус Sec-1, було виконано професором А. Лукашевським (США) [14, 15]. Ним отримано лінію Pavon MA1, яка несе модифіковану транслокацію  $1R_s.1B_L$  (рис. 1). Ця лінія використовується в програмі Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення (СГІ—НЦНС) НААН України. Часто контроль житніх транслокацій проводять шляхом електрофорезу запасних білків — секалінів [16, 17]. Однак, у нашому випадку секаліновий локус відсутній у селекційних форм, що отримані у схрещуваннях із лініями, які несуть модифіковану транслокацію  $1R_s.1B_L$ . У свою чергу, дана транслокація несе два фрагмента короткого плеча хромосоми 1B пшениці, що створює імовірність рекомбінації та може призводити до втрати модифікованої транслокації  $1R_s.1B_L$  та її агрономічної цінності. У зв'язку з цим є необхідною точна детекція модифікованої транслокації  $1R_s.1B_L$  у селекційному матеріалі за допомогою молекулярних маркерів.

Метою даної роботи була розробка біотехнології детекції модифікованої житньо-пшеничної транслокації  $1R_s.1B_L$  у селекційному матеріалі та відбір рослин, які несуть досліджену транслокацію в популяції  $F_4$ , що отримана від схрещування Куяльник  $\times$  Pavon MA1.

### Матеріали і методи

Матеріалом дослідження слугувала популяція F<sub>4</sub>, у котрій нараховується 61 рослина, яка була отримана від схрещування сорту озимої м'якої пшениці

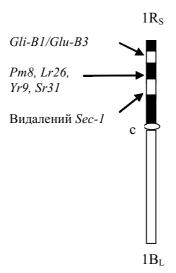


Рис. 1. Структура модифікованої  $1R_s$  хромосоми житньо-пшеничної транслокації  $1R_s.1B_L$ .  $1B_L$  — довге пшеничне плече; — пшеничний хроматин, — житній хроматин [15]

Куяльник із лінією Pavon MA1 (матеріал створений у відділі генетичних основ селекції СГІ—НЦНС д-ром біол. наук О. І. Рибалкою), і її батьківські форми. Лінія ярої пшениці Pavon MA1 (CIMMYT, Mexico) несе модифіковану  $1R_s$ . $1B_L$  хромосому. Характеристика модифікації короткого плеча 1R<sub>s</sub> представлена на рис. 1. Вона включає до свого складу дві інтеркалярні вставки гомеологічного плеча хромосоми 1B<sub>s</sub> пшениці — локус пшениці Gli-B1/Glu-B3 (фрагмент, що локалізується ближче до теломерної ділянки хромосоми) і фрагмент хромосоми пшениці, що замінив секаліновий локус Sec-1, а також присутній фрагмент хромосоми жита, який містить гени стійкості до листової (Lr26), стеблової (Sr31), жовтої (Yr9) іржі та борошнистої роси (Рт8).

Крім того, у дослідження було включено лінію *Hostianum* 242/97-2-В (надалі H242/97-2-В), раніше досліджену І. І. Моцним і О. М. Благодаровою [18] та лінію Б-16, які несуть звичайну, немодифіковану житньо-пшеничну транслокацію  $1R_{\rm S}.1B_{\rm L}$ , і сорт Безоста 1.

ДНК виділяли з 3—5-денних паростків за допомогою СТАВ-буферу [19]. Вимірювання концентрації виділеної ДНК проводили за допомогою флуориметра ТКО 100 (Hoefer Scientific Instruments,

USA) у розчині 1хTNE (100 мМ трис-HCl pH 7,4; 10 мМ EDTA pH 8,0; 1 M NaCl) у присутності 100 мкг/мл інтеркаліруючого барвника Höechst 33258.

Для детекції модифікованого короткого плеча хромосоми  $1R_{\rm S}$  застосовували ПЛР-аналіз із використанням секалін-специфічних STS-маркерів SR1R003 [20], ω-sec-P3/P4 [21] та EST-SSR-маркера Xrems1303 [22], а також аналізували локус Gli-B1 (рис. 2, a), характерний для короткого плеча хромосоми 1В пшениці, з праймерами до алелів: GliB1.1, GliB1.2 [23], і проводили мікросателітний аналіз з парами праймерів до локусів м'якої пшениці:  $Xgwm18\text{-}1B_{\rm S}$ ,  $Xgwm550\text{-}1B_{\rm S}$  (рис. 2,  $\delta$ ).

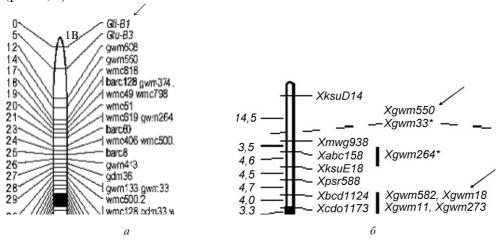


Рис. 2. Молекулярно-генетична карта хромосоми 1B<sub>s</sub> м'якої пшениці:

a — локус Gli-B1 [24];  $\delta$  — локуси Xgwm550 і Xgwm18 [25], зверху—вниз, відповідно. Чорним кольором визначено місце локалізації центромери

Електрофорез продуктів ампліфікації проводили у 10 % денатуруючому поліакриламідному гелі (ПААГ) з 8 М сечовиною. Візуалізацію продуктів ампліфікації здійснювали за допомогою фарбування  $0,012~\mathrm{M~AgNO_3}$  відповідно до методики «Silver sequence TM DNA Sequensing System Technical Manual» (Promega).

Документували отримані результати електрофорезу за допомогою відеосистеми «Ітаде VDS Amersham Pharmacia Biotech» (Австрія). Для визначення розміру фрагментів ампліфікації ДНК (п. н.) використовували маркер молекулярної маси — pUC19/MspI та комп'ютерну програму «Ітаде Master 1D Elite».

### Результати та їх обговорення

ПЛР-аналіз популяції  $F_4$ , отриманої від схрещування Куяльник × Pavon MA1, з молекулярним маркером до локусу Xrems1303 (локалізований на  $1R_s$  хромосомі жита) показав, що розщеплення в популяції  $F_4$  за ознакою присутність/відсутність продукту ампліфікації відповідало теоретично очікуваному 9:7 ( $\chi^2 = 0.115$ ;  $P = 0.99 \sim 0.95$ ). Результати наведено в табл. 1.

Одночасно показано присутність фрагментів ампліфікації з парами праймерів *Xgwm18* (рис. 3) і *Xgwm550* у ряду рослин.

При ПЛР-аналізі батьківських форм і популяції  $F_4$  за Xgwm18 локусом було виявлено фрагменти ампліфікації розміром 186 п. н., що відповідає алелю, характерному для сорту озимої м'якої пшениці Куяльник, у 28 рослин та відсутність фрагментів ампліфікації у 33 зразків, як і у батьківської форми — лінії

Таблиця 1

Таблиця 2

Аналіз розщеплення в популяції  $F_4$  (Куяльник  $\times$  Pavon MA1) за присутністю/відсутністю фрагмента ампліфікації розміром 290 п. н., детектованого по Xrems1303 маркеру

Дані	Наявність/відсутні ту ампліфікації до	Об'єм вибірки	
	+	_	
Фенотипові класи розщеплення	33	28	61
Очікувані при (9:7) <i>q</i>	34,31	26,69	61
Bідхилення $d$	-1,31	+1,31	_
$d^2$	1,71	1,71	_
$d^2/q$	0,050	0,065	_

Примітки тут і далі:  $\chi^2 = 0.115$ ; де q — теоретично очікувана величина, 0.99 > P > 0.95.

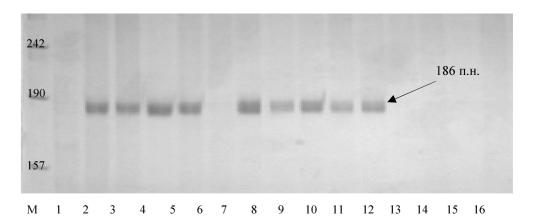


Рис. 3. Електрофореграма розподілу продуктів ампліфікації ДНК рослин  $F_4$  і батьківських форм за Xgwm18 локусом у 10~% денатуруючому  $\Pi AA\Gamma$ :

М — маркер молекулярної маси pUC19/MspI, 1 — лінія Pavon MA1, 2 — сорт Куяльник, 3—16 — індивідуальні рослини популяції  ${\rm F_4}$ 

Pavon MA1. При статистичній обробці експериментальних даних отримано результати, представлені в табл. 2.

Аналіз розщеплення в популяції  $\mathbf{F}_4$  (Куяльник imes Pavon MA1) за локусом  $\mathit{Xgwm18}$ 

Дані	Відсутність/наявні ту ампліфікації до	Об'єм вибірки	
	_	+	
Фенотипові класи розщеплення	33	28	61
Очікувані при (9:7) <i>q</i>	34,31	26,69	61
Bідхилення $d$	-1,31	+1,31	_
$d^2$	1,71	1,71	_
$d^2/q$	0,050	0,065	_

 $\Pi$  р и м і т к и:  $\chi^2 = 0.115$ ; 0.99 > P > 0.95.

ПЛР-аналіз локусу Xgwm550 у дослідженому матеріалі виявив у 29 рослин амплікон розміром 195 п. н, що відповідає сорту Куяльник, у 32 зразків фрагмента ампліфікації не виявлено (відповідає відсутності фрагмента ампліфікації ДНК лінії Pavon MA1). Застосування критерію  $\chi^2$  при підрахунку достовірності розщеплення за Xgwm550 локусом у дослідженій популяції  $F_4$  дозволило отримати результати, представлені в табл. 3.

 $\label{eq:7} {\it Таблиця 3}$  Аналіз розщеплення в популяції  ${\it F_4}$  (Куяльник imes Pavon MA1) за локусом  ${\it Xgwm550}$ 

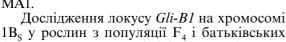
Дані	Відсутність/наявніс ту ампліфікації до	Об'єм вибірки	
	_	+	
Фенотипові класи розщеплення Очікувані при (9:7) <i>q</i>	32 34,31	29 26,69	61 61
$egin{aligned} { m B} { m i} { m д} { m x} { m u} { m z} { m d} { m c} { m c$	-2,31 5,34	+2,31 5,34	_
$d^2/q$	0,156	0,200	_

Примітки:  $\chi^2 = 0.356$ ; 0.95 > P > 0.80.

Нами не виявлено продуктів ампліфікації з праймерами до гену ω-secalin у лінії Pavon MA1 і рослин із популяції  $F_4$ . У той же час ампліфікація з парою праймерів ω-sec-P3/P4 до локусу Sec-1 дозволила ідентифікувати продукт роз-

міром 400 п. н. у ліній Б-16 і Н242/97-2-В (рис. 4), що узгоджується зі встановленою раніше присутністю 1R<sub>s</sub>. 1B<sub>L</sub> транслокації хромосоми жита у ліній Б-16 [26] і Н242/97-2-В [18]. У батьківських форм (сорту Куяльник і лінії Pavon MA1) фрагмент ампліфікації за даним локусом відсутній, оскільки секаліновий локус не представлений в жодному геномі.

Одночасно ПЛР-аналізом локусу Sec-1 із використанням секалін-специфічного STS-маркера SR1R003 у ліній Б-16 і H242/97-2-В було виявлено фрагменти ампліфікації розміром 97 п. н., що свідчить про присутність у даних зразків секалінового локусу. У лінії Рачоп MA1, сортів Куяльник і Безоста 1 за даним локусом продуктів ампліфікації також не виявлено. Не виявлено продуктів ампліфікації і у рослин з популяції  $F_4$ , що підтверджує відсутність житнього локусу у батьківських форм і, відповідно, дослідженій популяції, отриманої від схрещування Куяльник  $\times$  Pavon MA1.



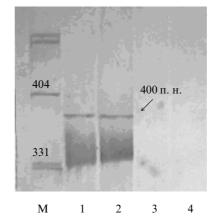


Рис. 4. Електрофореграма розподілу продуктів ампліфікації ДНК за ω-se-calin локусом у 10 % денатуруючому ПАΑΓ:

М — маркер молекулярної маси pUC19/MspI, 1 — лінія Б-16, 2 — лінія H242/97-2-B, 3 — лінія Pavon MA1, 4 — сорт Куяльник

форм (сорту Куяльник і лінії Pavon MA1) за допомогою алель-специфічної ПЛР показало присутність фрагмента ампліфікації розміром 369 п. н. у сорту Куяльник (тобто алель *GliB1.1*), 397 п. н. (алель *GliB1.2*) — у лінії Pavon MA1, а у

ліній Б-16 і H242/97-2-B, які несуть  $1R_{\rm S}.1B_{\rm L}$  транслокацію, продуктів ампліфікації не виявлено (рис. 5).

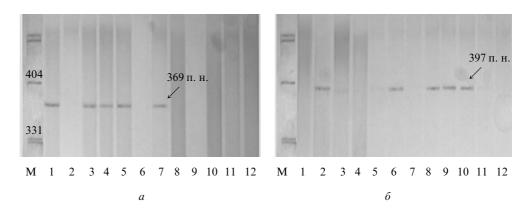


Рис. 5. Електрофореграма розподілу продуктів ампліфікації ДНК популяції  $F_4$  і батьківських форм у  $10\,\%$  денатуруючому  $\Pi AA\Gamma$ , що отримані з алель-специфічними праймерами:

a — GliB1.1;  $\delta$  — GliB1.2 (М — маркер молекулярної маси pUC19/MspI, 1 — сорт Куяльник, 2 — лінія Pavon MA1, 3—10 — індивідуальні рослини популяції  $F_4$ , 11 — лінія  $E_4$ 0, 12 — лінія  $E_4$ 2/97-2- $E_4$ 

У нашому дослідженні присутністю алеля GliB1.1 характеризуються зразки популяції  $F_4$ , отримані від схрещування Куяльник  $\times$  Pavon MA1, за номерами 3—5, 7. Розмір фрагментів ампліфікації — 369 п. н., що відповідає батьківській формі — сорту Куяльник (всього 30 таких рослин). За даним локусом з алелем GliB1.2 у рослин за номерами 6, 8—10 було тестовано продукт ампліфікації розміром 397 п. н. (відповідає лінії Pavon MA1, всього в популяції  $F_4$  виявлено 31 індивідуальну рослину).

За результатами молекулярно-генетичного аналізу популяції  $F_4$  і батьківських форм (сорту Куяльник і лінії Pavon MA1) з праймерами до локусу Xrems1303 було виявлено 33 рослини, які несуть житній хроматин, і 28 рослин, з ДНК яких не було отримано фрагментів ампліфікації, що відповідало теоретично очікуваному розщепленню 9:7. З мікросателітними маркерами пшениці *Xgwm18* і *Xgwm550* детектовано присутність фрагментів ампліфікації 186 п. н. та 195 п. н., характерних для батьківського сорту Куяльник у 28 і 29 рослин, відповідно. Розщеплення, що спостерігається, відповідає теоретично очікуваному розщепленню 9:7 з  $\chi^2 = 0,115$  і  $\chi^2 = 0,356$ . Праймери до Sec-1 локусу  $\omega$ -sec-Р3/Р4 і SR1R003 не давали продуктів ампліфікації з ДНК рослин популяції, яку було протестовано, у зв'язку з тим, що даний локус відсутній у обох батьківських форм, а перезапилення пилком від форм пшениці з 1R<sub>s</sub> немодифікованою транслокацією не спостерігалося. За допомогою алель-специфічних маркерів до Gli-B1 локусу пшениці виявили 30 рослин з алелем GliB1.1, характерним для сорту Куяльник, і 31 рослину з алелем GliB1.2, присутнім у генотипі лінії Pavon MA1, що відповідає теоретично очікуваному розщепленню 9:7 з  $\chi^2 = 0.730$ . Результати дослідження популяції  $F_4$  представлено в табл. 4.

У дослідженому матеріалі ідентифіковано чотири рослини, у яких відбулись рекомбінаційні події у короткому  $1R_s$  плечі модифікованої житньо-пшеничної транслокації та в плечі  $1B_s$  пшениці. Так, рослина під номером 3/4 (3 — № ділянки, 4 — № рослини) не несе житньої транслокації, але в результаті рекомбінації в локусі Gli-B1 дана рослина успадкувала батьківський алель GliB1.2

 $\label{eq:2.2} {\rm T}\, {\rm a}\, {\rm f}\, {\rm л}\, {\rm u}\, {\rm ц}\, {\rm g}\, \, 4$  Аналіз результатів дослідження популяції  ${\rm F}_4$  (Куяльник x Pavon MA1)

*Pavon	льник × 1 МА1	Ал	елі ма	ркерн в п. н	их лок I.	сусів	Pavon		В П. Н.		усів		
(61 інд.	рослина)	R <sub>S</sub> )		-S	Gli-B	(1B <sub>s</sub> )	(61 інд.	рослина)	R <sub>S</sub> )		-S	Gli-B	(1B <sub>s</sub> )
№ ділянки	№ рослини	Xrems 1303 (1R <sub>s</sub> )	Xgwm18 (1B <sub>s</sub> )	<i>Xgwm550</i> (1B <sub>s</sub> )	GiiB1.1	GliB1.2	№ ділянки	№ рослини	<i>Xrems 1303</i> (1R <sub>s</sub> )	Xgwm18 (1B <sub>s</sub> )	<i>Xgwm550</i> (1B <sub>s</sub> )	GiiB1.1	GiiB1.2
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	1. 2. 3. 4.	290 290 290 290				397 397 397 397	8	1. 2. 3. 4.	290 290 290 290		 195 	369 369 —	397 — — 397
2	1. 2. 3. 4. 5.		186 186 186 186 186	195 195 195 195 195	369 369 369 369 369		9	1. 2. 3. 4. 5.	290 290 290 290 290 290				397 397 397 397 397
3	1. 2. 3. 4. 5.	_ _ _ _	186 186 186 186 186	195 195 195 195 195	369 369 369 — 369		10	1. 2. 3. 4. 5.	290 290 290 290 290 290	_ _ _ _	_ _ _ _	 369 	397 397 — 397 397
4	1. 2. 3. 4. 5.	290 290 290 290 290 290		_ _ _ _	_ _ _ _	397 397 397 397 397	11	1. 2. 3. 4. 5.	290 290 290 290 290 290	_ _ _ _	_ _ _ _	_ _ _ _	397 397 397 397 397
5	1. 2. 3. 4. 5.	290 290 290 290 290 290	_ _ _	_ _ _	_ _ _ _	397 397 397 397 397	12	1. 2. 3. 4.	_ _ _	186 186 186 186	195 195 195 195	369 369 369 369	
6	1. 2. 3. 4. 5.		186 186 186 186 186	195 195 195 195 195 195	369 369 369 369 369	— — — —	13	1. 2. 3. 4.	_ _ _ _	186 186 186 186	195 195 195 195	369 369 369 369	
7	1. 2. 3. 4. 5.	_ _ _ _	186 186 186 186 186	195 195 195 195 195	369 369 369 369 369	_ _ _ _							

П р и м і т к и: «—» — не детектовано продуктів ампліфікації ДНК.

(початково належить лінії Pavon MA1). Рослини під номерами 8/2 та 10/3 несуть модифіковану транслокацію, але в результаті рекомбінації в їх генотипах алель GliB1.2, характерний для вихідної батьківської форми — лінії Pavon MA1, замістив алель GliB1.1, присутній у сорту Куяльник. У рослини під номером 8/3, можливо, рекомбінація зачепила більш широкий регіон. Ця рослина має модифіковану житньо-пшеничну транслокацію, однак вихідний алель GliB1.2, характерний для батьківської форми — лінії Pavon MA1, донора модифікованої транслокації, в дослідженій популяції заміщений алелем GliB1.1 сорту Куяльник. До того ж, використовуючи маркер Xgwm550, детектували заміщення фрагмента житньої хромосоми, розташованого більш дистально від локусу Gli-B1, на фрагмент хромосоми пшениці, оскільки було виявлено фрагмент ампліфікації 195 п. н. при ПЛР-аналізі локусу Xgwm550, властивого сорту Куяльник.

Таким чином, при дослідженні популяції  $F_4$ , отриманої від схрещування лінії Pavon MA1 із сортом м'якої пшениці Куяльник, спостерігали рекомбінаційні події, що зачепили коротке плече хромосоми пшениці  $1B_s$  і модифіковану транслокацію короткого плеча хромосоми жита  $1R_s$  у 6,56 % рослин від загальної кількості досліджених рослин популяції  $F_4$ .

### Висновки

За допомогою молекулярно-генетичних маркерів (Xrems1303, SR1R003,  $\omega$ -sec-P3/P4, GliB1.1, GliB1.2, Xgwm18, Xgwm550) та ПЛР-аналізу у дослідженому генетичному матеріалі детектовано модифіковану центричну транслокацію  $1R_{\rm S}.1B_{\rm L}$ . У даному випадку при дослідженні популяції  $F_{\rm 4}$ , отриманої від схрещування сорту м'якої пшениці Куяльник із лінією Pavon MA1, відібрано 30 рослин із модифікованою транслокацією  $1R_{\rm S}.1B_{\rm L}$ , а у 6,56 % рослин виявлено рекомбінаційні події у короткому плечі  $1R_{\rm S}$  модифікованої житньо-пшеничної транслокації  $1R_{\rm S}.1B_{\rm L}$ . Застосування в селекційному процесі запропонованої біотехнології детекції дозволяє прискорити темпи відбору генетичного матеріалу з модифікованою транслокацією короткого плеча 1R хромосоми жита, в якій відсутній секаліновий локус.

Автори висловлюють подяку канд. біол. наук І. І. Моцному за наданий для порівняння матеріал.

### Література

- 1. Friebe B., Raupp W. J., Gill B. S. Alien genes in wheat improvement / In: Wheat in Global Environment, Z. Bedo and L. Lang, eds. Proc. 6th Intern. Wheat Conference (5—9 June, Budapest, Hungery). Kluwer Academic Publishers. 2001. P. 709—720.
- 2. Sears E. The aneuploids of wheat // Res. Bull. Mo. Coll. Agr. Exp. Sta. 1954. V. 572. P. 1—59.
- 3. Mettin D., Bluthner D. W., Schleger G. Studies on the nature and the possible origin of the spontaneously translocated 1B·1R chromosome in wheat // Wheat Inf. Serv. 1978. V. 47—48. P. 12—15.
- 4. Heun M., Friebe B., Bushuk W. Chromosomal location of the powdery mildew resistance gene of Amigo wheat // Phytopathology. 1990. V. 80. P. 1129—1133.
- 5. Sebesta E. E., Wood E. A. Transfer of greenbug resistance from rye to wheat with X-rays // Agron. Abstr. 1978. P. 61—62.
- Rabinovich S. V. Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivars of *Triticum Aestivum* L. // Euphytica. 1998. V. 100. P. 323—340.
   Koebner R. M. D., Shepherd K. W., Appels R. Controlled introgression to wheat of rye
- 7. Koebner R. M. D., Shepherd K. W., Appels R. Controlled introgression to wheat of rye chromosome arm 1RS by induction of allosyndesis. 2. Characterisation of recombinants // Theor. Appl. Genet. 1986. V. 73. P. 209—217.

- 8. Villareal R. L., Rajaram S., MuJeeb-Kazi A., Del-Toro E. The effect of chromosome 1B/1R translocation on the yield potential of certain spring wheats (*Triticum aestivum* L.) // Plant Breed. 1991. V. 106. P. 77—81.
- Plant Breed. 1991. V. 106. P. 77—81.

  9. *Graybosch R., Peterson C., Hansen L., Worral D., Shelton D., Lukaszewski A.* Comparative flour quality and protein characteristics of 1BL/1RS wheat-rye translocations // J. Cereal. Sci. 1993. V. 17. P. 95—106.
- 10. Moreno-Sevilla B., Baenzinger P. S., Peterson C. J., Graybosch R. A., McVey D. V. The 1BL/1BR translocation: agronomic performance of F<sub>3</sub> derived line from a winter wheat cross // Crop. Sci. 1995. V. 35. № 4. P. 1051—1055.
- 11. Козуб Н. А., Созинов И. А., Колючий В. Т., Созинов А. А. Сорта мягкой пшеницы украинской селекции с ржаными 1BL/1RS и 1AL/1RS транслокациями // Фактори експериментальної еволюції організмів: 36. наук. пр. / Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова / За ред. М. В. Роїка. К.: Логос, 2006. Т. 3 С. 216—220.
- 12. Zeller F., Gunzel G., Fischbeck G., Gersternkorn P., Weipert D. Veranderung der Backeigens chaftender Weizen-Roggen Chromosomen-Translocation 1B/1R // Getreide Mchl. Brot. 1982. V. 36. P. 141—143.
- 13. *Рибалка О. І., Червоніс М. В., Парфентьєв М. Г.* Чи існує проблема хлібопекарського тритикале // Збірник наукових праць СГІ—НАЦ НАІС. Одеса, 2004. Вип. 6 (46). С. 239—245.
- 14. *Lukaszewski A*. Manipulation of the 1RS. 1BL translocation in wheat by induced homoelogus recombination // Crop. Sci. 2000. V. 40. P. 216—225.
- 15. *Lukaszewski A*. Breeding behavior of the cytogenetically engineered wheat-rye translocation chromosomes 1RS.1BL // Crop. Sci. 2001. V. 4. P. 1062—1065.
- 16. *Созинов А. А.* Полиморфизм белков и его использование в генетике и селекции. М.: Наука, 1985. С. 272.
- 17. Козуб Н. О., Созінов І. О., Колючий В. Т., Власенко В. А., Собко Т. О., Созінов О. О. Ідентифікація 1AL/1RS транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції // Цитологія і генетика. 2005. № 4. С. 20—24.
- 18. *Моцний І. І., Благодарова О. М.* Успадкування стійкості до хвороб та морфологічних ознак у гібридів м'якої пшениці з інтрогресивними лініями // 3б. наук. праць СГІ—НАЦ НАІС. Одеса, 2004. Вип. 6 (46). С. 179—193.
- 19. Использование ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях // Научно-методическое руководство. Под редакцией Сиволапа Ю. М. К.: Аграрная наука, 1998. С. 34—40.
- 20. Landjeva S., Korzun V., Tsanev V., Vladova R., Ganeva G. Distribution of the wheatrye translocation 1RS. 1BL among bread wheat varieties of Bulgaria // Plant Breeding. 2006. V. 125. P. 102—104.
- 21. *Chai J. F., Zhou R. H., Jia J. Z., Liu X.* Development and application of a new codominant PCR marker for detecting 1BL·1RS wheat-rye chromosome translocations // Plant Breeding. 2006. V. 125. P. 302—304.
- 22. Khlestkina E. K., Than M. H. M., Pestsova E. G., Röder M. S., Malyshev S. V., Korzun V., Börner A. Mapping of 99 new microsatellite-derived loci in rye (Secale cereale L.) including 39 expressed sequences tags // Theor. Appl. Genet. 2004 V. 109. P. 725—732.
- 23. Zhang W., Gianibelli M. C., Ma W., Rampling L., Gale K. R. Identification of SNPs and development of allele-specific PCR markers for r-gliadin alleles in Triticum aestivum // Theor. Appl. Genet. 2003. V. 107. P. 130—138.

  24. Röder M. S., Korzun V., Wendehake K., Plaschke J., Tixier M. -H., Leroy P., Ga-
- 24. Röder M. S., Korzun V., Wendehake K., Plaschke J., Tixier M. -H., Leroy P., Ganal M. W. A microsatellite map of wheat // Genetics. 1998. V. 149, No 4. P. 2007—2023.
- 25. Somers D. J., Isaac P., Edwards K. A high-density microsatellite consensus map for bread wheat (Triticum aestivum L.) // Theor. Appl. Genet. 2004. –V. 109. P. 1105—1114.
- 26. *Козуб Н. А., Созинов И. А.* Особенность расщепления по аллелям глиадинкодирующего локуса *Gli-B1* у гибридов озимой мягкой пшеницы // Цитология и генетика. 2000. Т. 34, Т. 2. С. 69—76.

### Сударчук Л. В. 1, Чеботарь С. В. 1, Рыбалка А. И. 2, Сиволап Ю. М. 1

- 1 Южный биотехнологический центр в растениеводстве НААН Украини, Овидиопольская дор., 3, Одесса, 65036, Украина, тел.: (0482) 395 557, e-mail: genome2006@mail.ru
- <sup>2</sup> Селекционно-генетический институт Национальный центр семеноводства и сортоизучения НААН Украины, Овидиопольская дор., 3, Одесса, 65036, Украина

### ДЕТЕКЦИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ТРАНСЛОКАЦИИ 1R<sub>s</sub>. 1B<sub>1</sub> С ПОМО-ЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ В СЕЛЕКЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

С помощью ПЦР-детекции с молекулярными маркерами (*Xrems1303*, SR1R003, ω-sec-P3/P4, GliB1.1, GliB1.2, Xgwm18, Xgwm550) в популяции F₄выявили модифицированную центрическую транслокацию  $1R_s$ .  $1B_L$ , в которой секалиновый локус Sec-1 замещен на фрагмент хромосомы  $1B_{\rm S}$  пшеницы, что несет локус Gli-B1/Glu-B3, и которая также содержит проксимальный фрагмент  $1R_s$  хромосомы, несущий гены устойчивости к мучнистой росе (Pm8), листовой, стеблевой, желтой ржавчине (Lr26, Sr31, Yr9, соответственно). Предложенный подход позволяет эффективно идентифицировать в селекционном материале мягкой пшеницы генотипы с модифицированной транслокацией  $1R_{\rm S}.1B_{\rm L}.$ 

**Ключевые слова:**  $\Pi$ ЦР-детекция, молекулярные маркеры, транслокация  $1R_S.1B_L$ , Triticum aestivum L., Secale cereale L.

- L. Sudarchuk., S. Chebotar <sup>1,</sup> A. Rybalka<sup>2</sup>, Yu. Sivolap<sup>1</sup> South Plant Biotechnology Center NAAS of Ukraine Odessa, Ovidiopolskaya st., 3, genome2006@mail.ru
- <sup>2</sup> Plant Breeding and Genetics Institute NAAS of Ukraine Odessa, Ovidiopolskaya st., 3

### DETECTION CENTRIC TRANSLOCATION 1R<sub>s</sub>. 1B<sub>1</sub> BY USING MOLECULAR MARKERS IN BREEDING MATERIAL OF SOFT WHEAT

Using PCR-detection of molecular markers (*Xrems1303*, SR1R003, ω-sec-P3/P4, *GliB1.1*, GliB1.2, Xgwm18, Xgwm550) in  $F_4$  population showed the centric translocation  $1R_s.1B_L$ , which locus Sec-1 is replaced by a fragment of chromosome  $1B_s$  of wheat Gli-B1/Glu-B3locus and which also contains a proximal segment of chromosome 1R<sub>s</sub> carrying resistance genes to powdery mildew (Pm8), leaf, stem, yellow rust (Lr26, Sr31, Yr9, respectively). The proposed approach is effective for the identification in breeding material of wheat genotypes with centric translocation 1R<sub>S</sub>.1B<sub>L</sub>.

Key words: PCR-detection, molecular markers, translocation 1R<sub>S</sub>.1B<sub>L</sub>, Triticum aestivum L., Secale cereale L.

### УДК 574.24:57.041/.042+574.123

В. А. Топтиков, канд. биол. наук, с. н. с., Л. Ф. Дьяченко, канд. биол. наук, в. н. с., В. Н. Тоцкий, д-р биол. наук, профессор, зав. каф. Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра генетики и молекулярной биологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина, e-mail: wat.22@mail.ru

# НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЗИМЫХ И ЯРОВЫХ ГЕНОТИПОВ ЗЛАКОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ

Определяли сухую массу побегов, содержание ДНК, РНК и их соотношение в тканях растений, выращенных в нормальных условиях и при стрессовом воздействии. Экстремальные температурные условия проращивания приводили к снижению массы проростков на фоне значительного увеличения количества РНК в тканях. Уменьшалось также содержание ДНК в единице массы ткани. Под действием стресса возрастало отношение РНК:ДНК, что свидетельствовало об усилении транскрипции. Отмеченные изменения проявлялись как у озимых, так и у яровых генотипов. Яровые формы отличались более сильной ответной реакцией на экстремальные условия по таким показателям, как содержание РНК и отношение РНК:ДНК.

**Ключевые слова**: стресс, пшеница, ячмень, озимые и яровые генотипы, ответная реакция, содержание РНК, ДНК.

Система генов Vrn, наряду с генами Ppd и Vrd, относится к генетическим факторам, играющим важную роль в определении особенностей индивидуального развития злаковых культур [1—5]. В настоящее время вышеуказанные генетические системы рассматриваются как пример регуляторных. Гены индивидуального развития взаимодействуют как между собой, так и с множеством других генов, и исполняют роль триггеров, запускающих цепь последующих событий в жизни растения [6—11]. Указанные генетические системы обладают широким плейотропным действием, влияя на разнообразные признаки организма, в том числе и на хозяйственно-ценные. Функционирование генов индивидуального развития имеет как прямое, так и опосредованное отношение к формированию адаптивных возможностей растительных организмов [12—24]. Несмотря на большое количество исследований в данной области, многие физиолого-биохимические аспекты влияния генов Vrn на развитие адаптивных процессов остаются малоизученными.

Целью работы было сравнение ответных реакций на воздействие стрессовых условий у форм злаковых, различающихся по системе генов *Vrn1*.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили на этиолированных проростках в трех независимых повторностях. Из озимых форм пшеницы были взяты сорта Одесская полукарликовая, Дальницкая, Донская полуинтенсивная, а также линия 628/10, лю-

безно предоставленная сотрудником СГИ (г. Одесса) А. И. Рыбалко. В качестве озимого ячменя использовали сорт Тамань. Яровые формы представлены следующими сортами пшеницы: Журавка, Пранка, *Gamut*, *Norin 29*, а также сортом ярового ячменя Жозефин. Как отмечалось выше, тип развития растения определяется взаимодействием сложной системы генов. Озимость (потребность в яровизации) формируется, если все аллели Vrn1 являются рецессивными; неозимый тип развития возникает при наличии хотя бы одного доминантного аллеля генов Vrn1 [25]. В связи с тем, что аллельный состав системы Vrn установлен не для всех исследуемых растений, для обозначения их генотипов были использованы краткие формулы: озимые — vrn, яровые — Vrn.

Проростки выращивали при температуре 26—27 °C в темноте в течение 5 суток в пластмассовых кюветах в многослойной фильтровальной бумаге. Затем одну половину растений продолжали выращивать в тех же условиях. Данный вариант условий обозначили как «норма». Другая половина растений была подвергнута жесткому стрессу, заключавшемуся в резких колебаниях температуры по нижеследующей схеме. Шестые сутки: 3 часа при температуре +40 °C, 18 часов — при +4 °C. Седьмые сутки: 3 часа при нормальной температуре (26—27 °C), 2 часа при +40 °C, 2 часа при +4 °C, 2 часа при +40 °C, 15 часов при +4 °C. Восьмые сутки: 3 часа при нормальной температуре, 2 часа при +4 °C, 4 часа при 40 °C, 15 часов при +4 °C. Девятые сутки: 3,5 часа при нормальной температуре, 1,5 часа при +4 °C, 2 часа при 40 °C. После этого побеги срезали и использовали для анализа. В каждой исследуемой группе для измерений брали не менее 5 растений.

Определяли массу побегов после трехкратной обработки ацетоном при +4 °C. Полученные значения условно обозначили как «сухая масса». После взвешивания в этих же образцах определяли содержание РНК и ДНК. Для очистки и разделения нуклеиновых кислот применяли метод Шмидта и Тангаузера в модификации [26]. Содержание РНК и ДНК в растворах определяли спектрофотометрически [27]. Полученные данные рассчитывали в мкг нуклеиновой кислоты на мг сухой массы побега. Кроме абсолютных значений, анализировали степень изменения показателей в относительных величинах, которые рассчитывали по формуле

$$(X_{crnece} - X_0)/X_0 \cdot 100 (\%),$$

где  $X_{\text{стресс}}$  — значения показателей при стрессовых условиях,  $X_0$  — значения показателей в норме.

Математическую обработку результатов (расчет среднего арифметического и стандартной ошибки среднего арифметического, двухфакторный дисперсионный анализ, расчет коэффициента Стьюдента для сопряженных и несопряженных совокупностей, корреляционный анализ) осуществляли с помощью пакета программ *Microsoft Excel*.

### Результаты исследований и их анализ

Выращивание растений в стрессовых условиях приводило к достоверному снижению сухой массы побегов как у яровых, так и у озимых генотипов (табл. 1). Выявленное ингибирование роста не коррелировало с аллельным состоянием системы генов Vrn1, т. е. озимым или яровым типом развития растений.

Содержание ДНК в ткани является важным интегративным показателем состояния организма. Количество ДНК положительно коррелирует с количеством митозов, что свидетельствует об интенсивности ростовых процессов в организ-

Таблица 1 Влияние стрессовых температур на сухую массу побегов

и	Исследуемые генотипы		Масса одного побега, мг			
пенедуение тепотины		Норма	Стресс	роста, %		
Озимые, vrn	1 1 2 1		6,56±0,67 3,93±0,36 4,11±1,00 10,60±0,70 6,99±1,03	21,34 0,76 34,34 21,94 9,22		
Среднее по озимым генотипам		7,97±0,92	6,44±0,71**	19,20		
Яровые, Vrn	Журавка <i>Gamut</i> <i>Norin</i> 29 Пранка Жозефин	8,35±1,32 8,81±0,50 8,38±1,24 13,53±1,26 5,86±0,94	7,26±1,69 6,90±1,61 7,07±1,64 10,83±0,43 5,77±0,90	13,03 21,68 15,63 19,96 1,54		
Среднее по яровым генотипам		8,99±0,79	7,57±0,69**	15,80		
Среднее по всем генотипам		8,48±0,60	7,00±0,50**	17,45		
Различие между озимыми и яровыми генотипами		Нет	Нет	Нет		

 $\Pi$  р и м е ч а н и е: приведены средние арифметические и их стандартные ошибки; \*, \*\* — достоверность различий между показателями в норме и при стрессовых условиях при уровне значимости P < 0.05 и < 0.01, соответственно, рассчитанном при сравнении сопряженных совокупностей; \*, \*\* — достоверность различий между показателями в норме и при стрессовых условиях при уровне значимости P < 0.05 и < 0.01, соответственно, рассчитанном с помощью двухфакторного дисперсионного анализа; различия между яровыми и озимыми генотипами рассчитывали при сравнении несопряженных совокупностей.

ме [28]. С другой стороны, эта величина обратно пропорциональна экстенсивности роста клеток, степени их растяжения и т. п. Как видно из представленных результатов (табл. 2), воздействие экстремальных температурных условий приводило, вероятно, к торможению процессов деления клеток в растениях. Колебания содержания нуклеиновых кислот в растениях при стрессе были обнаружены и на других объектах [29, 30]. По содержанию ДНК в побегах и его изменению после действия экстремальных температур достоверных различий между яровыми и озимыми генотипами обнаружено не было.

Под влиянием стрессовых условий в исследуемых растениях повышалось относительное содержание РНК (табл. 3). Соответственно увеличивалось и отношение РНК:ДНК (табл. 4).

Отмеченные изменения свидетельствуют о повышении функциональной активности генетического аппарата в тканях при экстремальных температурных условиях, что указывает в первую очередь на усиление процессов транскрипции и, возможно, биосинтеза белка. Сопоставляя эти данные с характером изменений массы побегов, можно заключить, что усиление белок-синтетических процессов не связано с интенсификацией пластического обмена, а с синтезом специфических стрессовых белков [31]. По уровню усиления функциональной активности генетического аппарата были выявлены различия между яровыми и озимыми формами: у яровых генотипов процент повышения содержания РНК и соотношения РНК:ДНК был в два раза выше по сравнению с озимыми генотипами.

 $\label{eq:Tadinu} T\, a\, \delta\, \pi\, u\, u\, a\, \, 2$  Влияние стрессовых температур на содержание ДНК в побегах

Исследуемые генотипы		Количест мкг/мг сухой	Степень измене- ний, %	
		Норма	Стресс	nnn, 70
Озимые, Одесская полукарликовая Дальницкая Донская полуинтенсивная Линия 628/10 Тамань		4,54±0,11 4,40±0,17 5,19±0,33 4,54±0,39 3,73±0,04	4,35±0,08 4,28±0,31 4,69±0,15 4,60±0,47 3,49±0,20	-4,18 -2,73 -9,63 1,32 -6,43
Среднее по озимым генотипам		4,48±0,23	4,28±0,21	-4,46
Яровые, Vrn	Журавка <i>Gamut</i> <i>Norin 29</i> Пранка Жозефин	4,35±0,18 5,24±0,34 4,64±0,04 4,29±0,26 3,17±0,05	4,15±0,16 5,07±0,30 4,51±0,07 4,24±0,24 3,17±0,10	-4,60 -3,24 -2,80 -1,17 0,00
Среднее по	Среднее по яровым генотипам		4,23±0,31*	-2,53
Среднее по всем генотипам		4,41±0,12	4,26±0,12**	-3,40
Различие между озимыми и яровыми генотипами		Нет	Нет	Нет

Примечание: см. табл. 1.

Таблица 3 Влияние стрессовых температур на содержание РНК в побегах

Исследуемые генотипы		Количест мкг/мг сухой	Степень измене- ний, %	
		Норма	Стресс	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
Озимые, Одесская полукарликовая Дальницкая Донская полуинтенсивная Линия 628/10 Тамань		13,30±0,26 15,00±0,71 16,91±2,05 9,94±1,92 11,61±0,14	13,23±0,42 17,95±3,09 21,15±4,99 12,81±1,00 11,94±0,81	-0,53 19,67 25,07 28,87 2,84
Среднее по	Среднее по озимым генотипам		15,41±1,77*	15,43
Яровые, Vrn	Журавка <i>Gamut</i> <i>Norin 29</i> Пранка Жозефин	15,68±2,32 13,02±0,72 13,06±1,40 8,41±0,63 9,45±0,82	20,33±5,74 20,87±5,53 23,29±5,11 9,09±0,48 12,08±0,91	29,66 60,29 78,33 8,09 27,83
Среднее по	Среднее по яровым генотипам		17,13±2,76**	43,59
Среднее по всем генотипам		12,64±0,60	16,27±1,28**	28,72
Различие между озимыми и яровыми генотипами		Нет	Нет	Есть при P < 0,05

Примечание: см. табл. 1.

Таблица 4

Влияние стрессовых температур на отношение РНК:ДНК в по
---

и	сследуемые генотипы	Количес мкг/мг сухой	Степень измене- ний, %	
		Норма	Стресс	
Озимые, игп Одесская полукарликовая Дальницкая Донская полуинтенсивная Линия 628/10 Тамань		2,93±0,12 3,41±0,32 3,33±0,59 2,15±0,23 3,11±0,04	3,04±0,07 4,34±1,08 4,47±1,01 2,80±0,07 3,43±0,20	3,75 27,27 34,23 30,23 10,29
Среднее по озимым генотипам		2,99±0,23	3,61±0,34**	20,74
Яровые, Vrn	Журавка Gamut Norin 29 Пранка Жозефин	3,66±0,71 2,49±0,03 2,81±0,30 1,96±0,04 2,99±0,29	5,00±1,61 4,01±0,84 5,19±1,19 2,14±0,04 3,84±0,39	36,61 61,04 84,70 9,18 28,43
Среднее по яровым генотипам		2,78±0,28	4,04±0,54**	50,81
Среднее по всем генотипам		2,88±0,13	3,83±0,28**	32,99
Различие между озимыми и яровыми генотипами		Нет	Нет	Есть при P < 0,05

Примечание: см. табл. 1.

Таким образом, аллельное состояние системы генов Vrn1 оказывает специфическое регуляторное влияние на синтез РНК, приводящее к отмеченным различиям.

### Выводы

- 1. Воздействие экстремальных температурных условий на растения как озимого, так и ярового типа развития приводит к снижению сухой массы побегов и содержания в них ДНК.
- 2. Экстремальные температурные условия проращивания вызывают усиление синтеза РНК в тканях и повышение соотношения РНК:ДНК. Количественные параметры данных изменений определяются аллельным состоянием системы генов Vrn1.

### Литература

- 1. *Ригин Б. Ф.*, *Гончаров Н. П.* Генетика онтогенеза пшеницы (Итоги науки и техники. Сер. Генетика и селекция возделываемых растений; т. 1). М.: ВИНИТИ, 1989. 148 c
- 2. Гончаров Н. П. Генетический контроль фотопериодической реакции у мягкой пшеницы (обзор) // С.-х. Биология. 1986. № 11. С. 84—90.
- 3. Stelmakh Â. F. Growth habit in common wheat (*Triticum aestivum* L.) // Euphytica. 1987. Vol. 36. P. 513—519.
- 4. Snape J. W., Laurie D. A., Worland A. J. Understanding the genetics of abiotic stress response in cereals and possible strategies for their amelioration // Asp. Appl. Biol. 1998. №. 50. P. 9—14.
  - 5. Файт В. И. Генетическая система контроля различий по продолжительности яро-

- визации у озимой пшеницы // Цитология и генетика. 2003. Т. 37. № 5. С. 69—76.
- 6. *Tranquilli G. E., Dubcovsky J.* Epistatic interactions between vernalization genes *Vrn-A<sup>m</sup>1* and *Vrn-A<sup>m</sup>2* in diploid wheat // J. Hered. 2000. Vol. 91. P. 304—306.
- 7. Loukoianov A., Yan L., Blechl A., Sanchez A., Dubcovsky J. Regulation of VRN-1 vernalization genes in normal and transgenic polyploidy wheat // Plant Physiol. 2005. Vol. 138. P. 2364—2373.
- 8. Sung S., Amasino R. M. Molecular genetic studies of the memory of winter // J. Exp. Bot. 2006. Vol. 57. N 13. P. 3369—3377.
- 9. *Chinnusami V., Zhu J., Zhu J. -K.* Gene regulation during cold acclimation in plants // Physiol. Plantarum. 2006. Vol. 126. P. 52—61.
- 10. Fowler S., Thomashow M. F. Arabidopsis transcriptome profiling indicates that multiple regulatory pathways are indicated during cold acclimation in addition to the CBF cold response pathway // Plant Cell. 2002. Vol. 14. P. 1675—1690.
- 11. *Подольный В. З., Агамалова С. Р., Кокшарова Т. А., Чайлахян М. Х.* Влияние яровизации и фотопериода на рост молодых листьев растений мягкой пшеницы, различающихся по одному гену системы *Vrn* и *Ppd* // Физиология растений. 1990. Т. 37. № 2. С. 213—219.
- 12. Stelmakh A. F. Genetic effects of Vm genes on heading date and agronomic traits in bread wheat // Euphytica. 1993. Vol. 65. P. 53—60.
- 13. *Стельмах А. Ф., Мартынюк В. Р.* Эффекты доминантных генов *Ppd* по особенностям органогенеза у озимой мягкой пшеницы // Цитология и генетика. 1998. 32. № 6. С. 27—34.
- 14. Фещенко В. В., Подольный В. З., Кокшарова Т. А., Агамалова С. Р. Влияние системы генов Ppd на рост и развитие апикальной меристемы и молодых листьев у пшеницы разных биотипов // Биол. науки. 1992. 6. № 342. С. 44—51.
- 15. Кошкин В. А., Мережско А. Ф., Матвиенко И. И. Влияние фотопериодизма и генов *Ppd* на морфофизиологические признаки гомозиготных линий пшеницы с различной фотопериодической чувствительностью // Докл. РАСХН. 1998. № 4. С. 8—10.
- 16. Кокшарова Т. А., Феденко Е. П., Агамалова С. Р. Зависимость ростовой активности акцепторной зоны от генов яровизации и фотопериодизма у озимой мягкой пшеницы  $Triticum\ aestivum\ L$ . // Вестн. Моск. ун-та. Серия 16: Биология. 2006. № 2. С. 11—16.
- 17. Scarth R., Kirby E. J. M., Law C. N. Effects of the photoperiod genes *Ppd1* and *Ppd2* on growth and development of the shoot apex in wheat // Ann. Bot. 1985. Vol. 55. N. 3. P. 351—359.
- 18. *Мусіч В. М.*, *Пильнєв В. В.*, *Нефьодов О. В.*, *Рабінович С. В.* Фотоперіодична чутливість та адаптивність різних сортів озимої пшениці на півдні України // Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України. Одеса, 1996. С. 76—83.
- 19. *Файт В. И., Сухоносенко Н. В.* Особенности органогенеза, морозостойкость и урожайность различных по генам *Vrd* линий озимой мягкой пшеницы // Вісн. Укр. т-ва генетиків та селекціонерів. 2005. 3. № 1/2. С. 3—14.
- 20. *Бабенко В. И.* Метаболические аспекты ранних фаз онтогенеза озимых злаковых растений // Сб. науч. тр. ВСГИ. 1974. Вып. 11. С. 26—28.
- 21. Sarhan F., Chevrier N. Regulation of RNA synthesis by DNA-dependent RNA polymerases and RNases during cold acclimation in winter and spring wheat // Plant Physiol. 1985. Vol. 78. P. 250—255.
- 22. Valiellahi E., Niazi A., Farsi M. Semiquantitative Rt-PCR analysis to asses the expression levels of *Wcor* 14 transcripts in winter-type wheat // Biotechnology. 2009. Vol. 8. № 3. P. 323—328.
- 23. Белозерова А. А., Боме А. Я. Особенности развития растений озимых и яровых форм пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на ранних этапах онтогенеза [Электронный ресурс]. Заочная электронная конференция «Природно-ресурсный потенциал Сибири», 15—20 марта 2006 г. Режим доступа: <a href="http://www.rae/ru/snt/pdf/2007/01/2007\_01\_38.pdf">http://www.rae/ru/snt/pdf/2007/01/2007\_01\_38.pdf</a>.

- 24. *Ishikawa K., Tateyama M.* Changes in hybridizable RNA in winter wheat embryos during germination and vernalization // Plant and Cell Physiology. 1977. Vol. 18. № 4. P. 875—882.
- 25. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. et al. Catalogue of gene symbols for wheat. Morphological and physiological traits. [Электронный ресурс]. 11<sup>th</sup> International wheat genetics symposium 24—29 August, 2008. Brisbane Qld Australia. 2008. Р. 42—45. Режим доступа: www.grs.nig.ac.jp/wheat/komagi/genes/.2008.
- 26. Георгиев Г. П. Методы определения, выделения и фракционирования нуклеиновых кислот // Химия и биохимия нуклеиновых кислот / Под ред. И. Б. Збарского и С. С. Дебова. Л.: Медицина, 1968. С. 74—120.
- 27. Спирин А. С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот // Биохимия. 1958. Т. 23. № 5. С. 656—662.
- 28. Жук О. И. Кінетика ростових процесів пшениці і кукурудзи в умовах водного та високотемпературного стресів: дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біолог. наук: спец. 03.00.12. К., 2004.
- 29. *Шарифова С. С.* Изучение влияния абиотических стрессовых факторов на устойчивые и слабоустойчивые образцы баклажан // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 6. С. 29—32.
- 30. Slatyer R. O. Physiological significance of internal water relations to crop yield // Physiological aspects of crop yield. Proceeding of a symposium. January 20—24. [Ed. By J. D. Eastin, F. A. Haskins, C. Y. Sullivan, C. H. M. Van Bavel and R. C. Dinaues]. University of Nebraska. Lincoln, 1969. P. 53—88.
- 31. Косаковская И. В. Стрессовые белки растений. К.: Видавництво фітосоціологічного центру, 2008. 154 с.

### В. А. Топтіков, Л. Ф. Дьяченко, В. М. Тоцький

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра генетики та молекулярної біології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: wat.22@mail.ru

# ДЕЯКІ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН ОЗИМИХ ТА ЯРИХ ГЕНОТИПІВ ЗЛАКІВ ЗА ВПЛИВУ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ

### Резюме

Визначали суху масу пагонів, вміст ДНК, РНК та їх співвідношення в тканинах рослин, які вирощували за нормальних та стресових умов. Екстремальні температурні умови пророщування призводили до зниження сухої маси паростків при значному підвищенні кількості РНК в тканинах. Зменшувалась також кількість ДНК на одиницю маси тканини. За впливу стресу підвищувалось відношення РНК:ДНК, що свідчило про посилення транскрипції. Зазначені зміни відбувались як в озимих, так і в ярих генотипів. Ярі форми відрізнялись більш сильною реакцією у відповідь на екстремальні умови за такими показниками, як вміст РНК та РНК:ДНК-відношення.

**Ключові слова**: стрес, пшениця, ячмінь, озимі та ярі генотипи, реакція у відповідь, вміст РНК, ДНК.

### V. A. Toptikov, L. F. Diachenko, V. N. Totsky

Odessa National Mechnikov University,

Department of Genetics and Molecular Biology, Dvoryanskaya Str., 2, Odessa, 65082, Ukraine, e-mail: wat.22@mail.ru

### PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL DATA OF WINTER AND SPRING CEREAL GENOTYPES UNDER EXTREMAL TEMPERATURE

Summary

The dryshoot mass, DNA and RNA content, their ratio in plant tissues has been studied. The investigated plants have been grown under normal conditions and stress influence. The extremal temperature condition for germinating reduced to normal shoot mass against the background of considerable increasing RNA content in plant tissues. DNA content in mass unit also decreased. Under the stress influence RNA: DNA ratio increased, and this fact was the evidence of transcription intensification. Indicated changes were observed in winter and spring cereal genotypes. Spring genotypes were noted for more strong response reaction in such data as RNA content and RNA: DNA ratio.

**Key words**: stress, wheat, barley, winter and spring genotypes, response reaction, RNA, DNA.

УДК 577.21.582.542

Г. Ю. Шевчук, інженер Н. Е. Кожухова, д-р біол. наук Ю. М. Сиволап, академік НААНУ, д-р біол. наук Південний біотехнологічний центр в рослинництві НААНУ, Овідіопольська дор., 3, Одеса, 65036, Україна, тел.: +38 (0482) 39-52-74, e-mail: anni2901@mail.ru

## ДНК-ТЕХНОЛОГІЇ В ДОСЛІДЖЕННІ ГЕНОМУ СОРГО

Сучасні біотехнології, що базуються на дослідженні молекулярно-генетичного поліморфізму, підвищують ефективність традиційної селекції рослин. Аналіз між- та внутрішньовидової різноманітності за допомогою молекулярних маркерів дозволив встановити високий рівень поліморфізму як серед видів сорго та сорізу (96,2%), так і в межах всієї вибірки (99%), що свідчить про широку мінливість досліджуваних видів. Кластеризація генотипів відповідає їх видовій належності. Для кожного генотипу отримано індивідуальний набір алелів, що дозволило скласти генетичні формули ліній.

**Ключові слова**: біотехнологія, між- та внутрішньовидовий поліморфізм, ПЛР-аналіз, *Sorghum oryzoidum, Sorghum bicolor*, мікросателітні локуси.

Підвищення продуктивності та поліпшення якості продукції, що синтезується, є однією з найважливіших задач генетико-селекційних досліджень. В останні роки провідним фактором виведення рослинництва на новий рівень стали сучасні біотехнології і, зокрема, ДНК-типування. У селекції круп'яних культур значною подією є створення рисовидної форми сорго — сорізу (Sorghum oryzoidum). Існує припущення, що соріз, рослина гібридного походження, одержана шляхом складних схрещувань хлібного сорго з дикими рисовидними формами [1]. Походження та класифікація сорізу на даний час є недостатньо вивченою та не зовсім зрозумілою, оскільки ідентифікація рослин здійснюється на основі опису морфологічних та агрономічних ознак. Вирощування круп'яних культур в зоні ризикованого землеробства України ще не досягло необхідного рівня, тому селекція сорізу на півдні України є важливим завданням.

Використання молекулярних маркерів для оцінки варіабельності видів і сортів рослин дозволяє виявити генетичні взаємовідносини між ними і уточнити систематику родів рослин, що включають види найважливіших сільськогосподарських культур [4, 5, 7]. У цьому плані ДНК-технології і маркери, що генеруються в результаті полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), можуть виявитися важливим допоміжним інструментом при класифікації сорго.

Для оцінки генетичних взаємовідносин між видами та встановлення внутрішньовидової варіабельності використовують моно- та полілокусні варіанти ПЛР-аналізу: ПЛР-аналіз довільно праймованої ДНК (ДП-ПЛР) є полілокусним, біалельним, домінантним та дозволяє одночасно тестувати різні ділянки геному. Мікросателітні послідовності (монолокусні, поліалельні, кодомінантні) використовуються в якості генетичних маркерів для аналізу алельного стану локусів у близьких видів рослин, в тому числі й сорго [11]. За допомогою молекулярних маркерів можна уточнити походження сорту [6].

Мета даної роботи полягає у розробці системи ДНК-маркерів для молекулярно-генетичної характеристики генотипів Sorghum bicolor (сорго) та Sorghum oryzoidum (соріз).

### Матеріали і методи

Матеріалом дослідження слугували 15 ліній чотирьох видів сорго: зернового (НК-180; К35-Є5; НК-5418; НК-2517; НК-1486), цукрового (Одеська 1820; 1969 Буджак; Одеська 2111; Одеська 2113; 2179 Буджак), віничного (2645 Буджак; 2806 Буджак; 2778 Буджак), суданки (2810 Буджак; Суданка 1); п'ять ліній сорізу (4005 Буджак; 2265 Буджак; 721/І; 1/ІІ; Одеська 302), по одному представнику кукурудзи (*Zea mays* L., лінія ГК 26) та рису (*Oryza sativa* L., сорт Україна).

ДНК виділяли згідно протоколу з використанням протеінази К [2].

ПЛР провадили в ампліфікаторі «Терцик» («ДНК-технологія», Росія). Реакційна суміш обсягом 20 мкл містила буфер (0,05 М КСl; 0,02 М Трис-HCl рН 8,4; 0,002 М МgCl<sub>2</sub>; 0,01% Твін-20); по 0,2 ммоль кожного dATP, dCTP, dTTP, dGTP; 0,25 мкмоль праймеру; 20 нг ДНК; 1 од. ДНК-полімерази Таq. Поверх реакційного розчину нашаровували 20 мкл мінеральної олії.

Д**П-ПЛР** виконували в такому режимі: початкова денатурація: 93 °C, 2 хв; далі 30 циклів: 93 °C, 30 с; 55 °C, 30 с; 72 °C, 1 хв; заключна елонгація: 72 °C, 2 хв.

**SSR-ПЛР** здійснювали за таких умов: денатурація — 96 °C, 2 хв; далі 30 циклів: 94 °C, 1 хв; 55 °C, 30 с; 72 °C, 1 хв; заключна елонгація: 72 °C, 2 хв. Послідовності праймерів наведені у працях [9, 10].

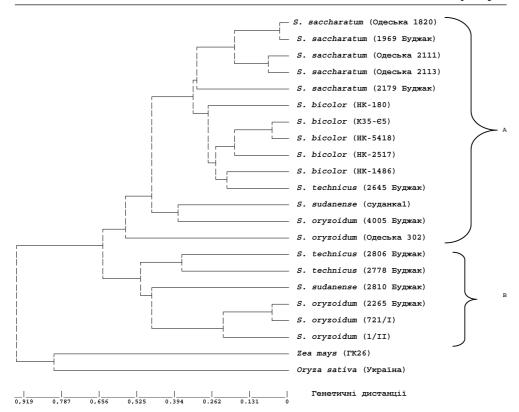
Електрофоретичний розподіл продуктів ампліфікації та кластерний аналіз проводили згідно [8].

### Результати та їх аналіз

ДП-ПЛР-аналіз для диференціації та ідентифікації ліній сорго та сорізу. Аналіз ДНК 22 зразків сорго та його найближчих сородичів з використанням ПЛР із 10 довільними праймерами дозволив диференціювати досліджений матеріал і оцінити внутрішньовидовий поліморфізм. Спектри ампліфікації ДНК досліджуваної вибірки містили від 14 до 23 компонентів. Проаналізовано 188 ампліконів. Рівень поліморфізму між зразками вибірки, що належить до різних родів та видів, склав 99%.

За сумарними даними ПЛР-аналізу проведено розрахунок генетичних дистанцій та кластеризацію досліджуваних видів. Значення генетичних дистанцій варіювали від 0,111 до 0,993. Дендрограма об'єднує зразки, що належать до трьох родів: Sorghum M., Zea L., Oryza L. (див. рис.). Генетична дистанція між вибіркою із зразків роду Sorghum та кластером, який включає представників роду Zea і Oryza, складає 0,989. Між тим Zea і Oryza віддалені один від одного з коефіцієнтом 0,800. Це показує генетичну відокремленість роду Sorghum від його найближчих родичів. Род Sorghum представлено вибіркою з 20 зразків, п'ять із яких складають Sorghum oryzoidum (соріз), вони становили загальний кластер дендрограми, в межах якого рівень молекулярно-генетичного поліморфізму склав 96,2%.

У кластері зразки розподілились на два субкластери (А і В). Перший субкластер (А) складається з трьох груп. До першої групи ввійшли зразки цукрового сорго, друга группа включає зернове сорго та одного представника віничного — 2645 Буджак. Третю створили представники суданки та сорізу (4005 Буджак і Одеська 302). Другий субкластер (В) представлено віничним сорго (2778 і 2806



Дендрограма філогенетичних відношень досліджуваних зразків за допомогою ДП-ПЛР-аналізу

Буджак), суданкою (2810 Буджак) та сорізом (2265 Буджак, 721/ І і 1/ ІІ). Кластеризація генотипів за даними ДП-ПЛР-аналізу відобразила належність зразків даної вибірки до груп, які відповідають ідентифікації за господарськими ознаками, та дозволила виявити близьку спорідненість сорізу з зерновим сорго.

На основі молекулярно-генетичного аналізу можна зробити висновок, що соріз є формою сорго і не несе фрагментів ДНК, отриманих від віддаленої гібридизації. В останньому випадку генетичні дистанції між сорізом та іншими формами сорго були б більшими, ніж внутрішньовидові. Таким чином, відокремлення сорізу в окремий вид  $Sorghum\ oryzoidum$  пов'язано не з генетичними, а з господарсько-цінними особливостями.

SSR-аналіз. При ампліфікації 15 SSR-локусів отримали ДНК-профілі генотипів 20 ліній сорго та сорізу. Число алелів на локус варіювалося від трьох до восьми. Значення РІС (Polymorphic Index Content — індекс поліморфності) варіювалися від 0,55 (локус Xtxp 406) до 0,83 (локус Sb6-84). Середнє значення РІС склало 0,67, що свідчить про високий рівень дискримінації добраної маркерної системи.

Встановлення генетичної однорідності дослідного матеріалу  $\varepsilon$  першим і обов'язковим етапом будь-якого молекулярно-генетичного аналізу.

Генетичну однорідність сорту, лінії чи гібриду тестували шляхом аналізу ДНК 50 індивідуальних рослин за трьома високополіморфними локусами (Sb6-36, Sb6-57, Sb6-84).

ДНК-спектри індивідуальних зразків, що досліджувались, за зазначеними трьома локусами  $\varepsilon$  ідентичними, це да $\varepsilon$  змогу зробити висновок, що матеріал  $\varepsilon$  однорідним, і продовжити молекулярно-генетичний аналіз за рештою локусів.

На основі молекулярно-генетичного аналізу 15 мікросателітних локусів для кожного генотипу отримано індивідуальний набір алелів (табл. 1), що дозволило скласти генетичні формули ліній (табл. 2). Отримані формули дають змогу створити каталог генотипів сортів сорго та можливість проводити паспортиза-

 $\label{eq:2.2} {\rm Ta}\, {\rm б}\, {\rm лu}\, {\rm ц}\, {\rm s}\, 1$  Кодування та алельна характеристика досліджуваних SSR-локусів

Локус	Код ло- кусу	Довжина алеля	Частота зустрічаль- ності	Локус	Код ло- кусу	Довжина алеля	Частота зустрічаль- ності
Sb1-1	A	255 258 261	0,55 0,35 0,10	Sb6-84	I	177 180 183	0,15 0,15 0,15
Sb4-15	В	155 158 161 164	0,10 0,50 0,30 0,10			186 189 192	0,25 0,15 0,15
Sb4-22	С	365 368 371 374 377	0,10 0,45 0,15 0,15 0,10 0,05 0,10 0,05 0,20 0,60 0,05 0,10	Sb6-325	J	125 128 131 134	0,50 0,25 0,15 0,10
Sb4-32	D	380 195		Sb6-342	K	265 268 271	0,55 0,25 0,20
		198 201 204 207		Xtxp 18	L	128 131 134 137	0,05 0,10 0,40
Sb4-34	Е	300 303	0,10 0,15			140	0,10 0,35
		306 309 312	0,10 0,10 0,55	Xtxp 250	M	406 409 412	0,20 0,25 0,20
Sb4-121	F	185 188 191	0,05 0,10 0,10			415 418 421	0,15 0,15 0,05
		194 197 200 203 206	0,05 0,05 0,05 0,10 0,50	Xtxp 400	N	338 441 444 447	0,05 0,05 0,30 0,15
Sb6-36	G	160 163 166 169	0,60 0,25 0,05 0,10			450 453 456 459	0,05 0,05 0,15 0,20
Sb6-57	Н	290 293 296 299	0,15 0,25 0,15 0,20	Xtxp 406	О	370 373 376	0,60 0,25 0,15
		302	0,25	Середнє			0,67

цію генотипів. Літерою вказали код локусу, цифрою в нижньому індексі — довжину алелів в парах нуклеотидів (п. н.). Оскільки для ліній відмічено гомозиготний стан досліджуваних локусів, приведена довжина одного алеля.

Генетичні формули ліній сорго

Таблиця 2

Лінія	Формула
	F
HK-180	$A_{261}B_{158}C_{380}D_{201}E_{300}F_{203}G_{169}H_{293}I_{180}J_{134}K_{271}L_{128}M_{418}N_{338}O_{370}$
K35-€5	$A_{261}B_{158}C_{380}D_{195}E_{300}F_{203}G_{169}H_{293}I_{180}J_{134}K_{271}L_{128}M_{418}N_{338}O_{370}$
HK-5418	$A_{261}B_{158}C_{380}D_{201}E_{300}F_{200}G_{169}H_{293}I_{183}J_{134}K_{271}L_{128}M_{418}N_{338}O_{370}$
HK-2517	$A_{261}B_{158}C_{380}D_{201}E_{300}F_{200}G_{169}H_{293}I_{180}J_{134}K_{271}L_{131}M_{418}N_{338}O_{373}$
HK-1486	$A_{261}B_{158}C_{371}D_{201}E_{300}F_{200}G_{160}H_{293}I_{180}J_{134}K_{271}L_{134}M_{412}N_{453}O_{373}$
Одеська 1820	$A_{258}B_{158}C_{371}D_{201}E_{300}F_{197}G_{169}H_{302}I_{177}J_{131}K_{268}L_{140}M_{412}N_{450}O_{373}$
1969 Буджак	$A_{258}B_{155}C_{374}D_{201}E_{312}F_{194}G_{169}H_{296}I_{186}J_{131}K_{268}L_{134}M_{415}N_{447}O_{376}$
Одеська 2111	$A_{258}B_{155}C_{368}D_{201}E_{300}F_{191}G_{169}H_{296}I_{186}J_{131}K_{268}L_{134}M_{415}N_{444}O_{376}$
Одеська 2113	$A_{258}B_{161}C_{365}D_{204}E_{312}F_{188}G_{169}H_{293}I_{192}J_{131}K_{268}L_{134}M_{418}N_{441}O_{376}$
2179 Буджак	$A_{258}B_{158}C_{365}D_{204}E_{300}F_{188}G_{166}H_{296}I_{189}J_{131}K_{268}L_{128}M_{421}N_{441}O_{373}$
2645 Буджак	$A_{258}B_{161}C_{377}D_{204}E_{300}F_{185}G_{166}H_{302}I_{192}J_{128}K_{265}L_{131}M_{421}N_{441}O_{370}$
2806 Буджак	$A_{258}B_{161}C_{377}D_{207}E_{300}F_{185}G_{166}H_{299}I_{189}J_{128}K_{265}L_{134}M_{415}N_{450}O_{370}$
2778 Буджак	$A_{255}B_{161}C_{374}D_{201}E_{300}F_{185}G_{166}H_{299}I_{177}J_{128}K_{265}L_{134}M_{415}N_{450}O_{370}$
2810 Буджак	$A_{255}B_{164}C_{374}D_{198}E_{300}F_{185}G_{166}H_{302}I_{183}J_{125}K_{265}L_{137}M_{421}N_{456}O_{370}$
Суданка 1	$A_{261}B_{161}C_{377}D_{201}E_{300}F_{185}G_{163}H_{293}I_{192}J_{125}K_{271}L_{137}M_{421}N_{453}O_{373}$
4005 Буджак	$A_{261}B_{161}C_{380}D_{204}E_{309}F_{185}G_{169}H_{290}I_{186}J_{134}K_{271}L_{134}M_{409}N_{453}O_{370}$
2265 Буджак	$A_{261}B_{161}C_{380}D_{201}E_{309}F_{185}G_{169}H_{290}I_{183}J_{134}K_{271}L_{134}M_{409}N_{453}O_{370}$
721/I	$A_{261}B_{161}C_{380}D_{201}E_{309}F_{185}G_{169}H_{290}I_{183}J_{134}K_{271}L_{128}M_{409}N_{453}O_{370}$
1/II	$A_{261}B_{161}C_{380}D_{201}E_{306}F_{185}G_{169}H_{290}I_{180}J_{134}K_{271}L_{128}M_{412}N_{453}O_{370}$
Одеська 302	$A_{261}B_{161}C_{380}D_{195}E_{306}F_{185}G_{160}H_{290}I_{177}J_{134}K_{271}L_{128}M_{406}N_{459}O_{370}\\$

Вивчення між- та внутрішньовидової різноманітності за допомогою ДП-ПЛР дозволило встановити високий рівень поліморфізму як серед видів сорго та сорізу (96,2%), так і в межах всієї вибірки (99%), що свідчить про високу мінливість досліджуваних зразків, які важко класифікувати через велику кількість проміжних форм. В розробці теоретичних та практичних аспектів селекції сорго та сорізу необхідно використовувати обидва методи, які доповнюють один одного та дозволяють ефективно вирішувати актуальні проблеми покращення цих культур.

### Висновки

- 1. За даними ДП-ПЛР-аналізу кластеризація генотипів відбулася згідно їх видовій належності: представники роду *Sorghum* М. увійшли в один кластер, представники родів *Zea* L. та *Oryza* L. в інший.
- 2. Рівень поліморфізму між зразками сорго та його найближчих родичів склав 99%, в межах вибірки сорго та сорізу 96,2%, що свідчить про високу мінливість досліджуваних зразків.
- 3. SSR-ПЛР-аналіз дозволив оцінити генетичну однорідність досліджуваних генотипів та можливість провадити паспортизацію, вирішувати проблему захисту авторських прав.
- 4. Розроблено ДНК-технологію для реєстрації генотипів сорго у вигляді генетичних формул, які відображують алельний склад досліджуваних мікросателітних локусів.

### Література

- 1. Дремлюк Г. К. Сорго на изломе эпох. Приемы и методы селекции. Одесса: СГИ—НЦСС. 2008. 243 с.
- 2. Использование ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях (научнометодическое руководство). — К.: Аграрная наука. — 1998. — 156 с.
- 3. Календарь Р. Н. Компьютерная программа для построения эволюционных деревьев на основе электрофореграмм ДНК и белков // Материалы конференции «Молекулярно-генетические маркеры и селекция растений» (10—13 мая 1994). — К., 1994. -C. 25—26.
- 4. Кожухова Н. Э., Сиволап Ю. М. Молекулярные маркеры в генетико-селекцион-
- ных исследованиях кукурузы // Цитология и генетика. 2006. № 5. С. 82—93. 5. *Сиволап Ю. М., Волкодав В. В., Бальвінська М. С., Кожухова Н. Е.* та ін. Ідентифікація і реєстрація генотипів м'якої пшениці (Triticum aestivum L.), ячменю (Hordeum vulgare L.), кукурудзи (Zea mays L.), соняшника (Helianthus annuus L.) за допомогою аналізу мікросателітних локусів. Методичні рекомендації. — 2004. — Одеса: Астропринт. — 14 с.
- 6. Сиволап Ю. М., Галаев А. В., Нестерец В. Г. Дифференциация и идентификация сортов пшеницы и тритикале при помощи ДНК-типирования // Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. — 2004. — Т. 2. — № 1. — С. 3—15.
- 7. Сиволап Ю. М., Календарь Р. Н. Генетический полиморфизм ячменя, выявляемый ПЦР с произвольными праймерами // Генетика. — 1995. — Т. 31. — № 10. — C. 1358—1364.
- 8. Шевчук А. Ю., Кожухова Н. Э., Сиволап Ю. М. Молекулярно-генетический анализ форм сорго, возделываемых в Украине // Цитология и генетика. — 2009. — Т. 43. -№ 2. - C. 47-53.
- 9. Agrama H A., Tuinstra M. R. Phylogenetic diversity and relationships among sorghum accessions using SSRs and RAPDs // African Journal of Biotechnology. — 2003. — Vol. 2.
- 10. Klein R., Klein P., Mullet J., Minx P. et al. Fertility restorer locus Rf1 of sorghum (Sorghum bicolor L.) encodes a pantatricopeptide repeat protein not present in the collinear region of rice chromosome 12 // TAG. — 2005. — Vol. 111. — P. 994—1012.
- 11. Wu Y. Q., Huang Y. An SSR genetic map of Sorghum bicolor (L.) Moench and its comparison to a published genetic map // Genome. — 2006. — Vol. 50. — P. 84—89.

### А. Ю. Шевчук, Н. Э. Кожухова, Ю. М. Сиволап

Южный биотехнологический центр в растениеводстве НААНУ, Овидиопольская дор. 3, Одесса, 65036, Украина, тел.: +38 (0482) 39-52-74, e-mail: anni2901@mail.ru

### ДНК-ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ ГЕНОМА СОРГО

Современные биотехнологии, основанные на исследовании молекулярно-генетического полиморфизма, повышают эффективность традиционной селекции растений. Анализ меж- и внутривидового разнообразия с помощью молекулярных маркеров позволил установить высокий уровень полиморфизма как среди видов сорго и сориза (96,2%), так и в пределах всей выборки (99%), что свидетельствует о большой изменчивости исследуемых образцов. Кластеризация генотипов соответствует их видовой принадлежности. Для каждого генотипа получен индивидуальный набор аллелей, что позволило составить генетические формулы линий.

Ключевые слова: биотехнология, меж- и внутривидовой полиморфизм, ПЦР-анализ, Sorghum orysoidum, Sorghum bicolor, микросателлитные локусы.

### A. Yu. Shevchuk, N. E. Kozhukhova, Yu. M. Sivolap

South Plant Biotechnology Center NAASU, Ovidiopolska doroga, 3, Odesa, 65036, Ukraine, tel.: +38 (0482) 39-52-74, e-mail: anni2901@mail.ru

### DNA-TECHNOLOGIES IN SORGHUM GENOME RESEARCH

### **Summary**

Modern biotechnology based on the study of molecular-genetic polymorphism, increase the effectiveness of traditional plant breeding. Analysis of inter- and intraspecific diversity by using AP-PCR revealed a high level of polymorphism among species of sorghum and soriz (96.2%) and within the whole sample (99%), that testifies to wide variability of the analyzed samples. Clasterisation of genotypes was generated according to their specific belonging. The individual set of alleles was received for each genotype that provided the genetic formula lines.

**Key words:** biotechnology, inter- and intraspecific polymorphism, PCR-analysis, *Sorghum orysoidum, Sorghum bicolor*, microsatellite markers.



# ГІДРОБІОЛОГІЯ





УДК 594:504.453(282.243.7.05)

М. М. Джуртубаев <sup>1</sup>, канд. биол. наук, доц.,

Ю. М. Джуртубаев 1, мл. науч. сотр.,

И. И. Радионов <sup>2</sup>, пом. нач. экспедиции

<sup>1</sup> Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра гидробиологии и общей экологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина,

<sup>2</sup> Измаильский морской торговый порт, Почтовая ул., 7, Измаил, 68600, Украина

# МОЛЛЮСКИ БЕНТОСА ДУНАЙСКОЙ ПРОТОКИ БОЛЬШАЯ РЕПИДА

Приведены результаты исследования таксономического состава моллюсков бентоса протоки Большая Репида, распределения видов, их численности и биомассы по протоке в 2007—2008 гг. Обнаружен 21 вид брюхоногих и 4 вида двустворчатых моллюсков. Средняя численность моллюсков летом среди растений достигает 2347 экз./м², биомасса —  $57.9 \text{ г/м}^2$ .

Ключевые слова: Большая Репида, моллюски, численность, биомасса.

Протока Большая Репида (на современных картах Киевской картографической фабрики — Рипида) начинается западнее Измаила и соединяет с Дунаем озера Ялпуг и Кугурлуй [1]. В течение года Большая Репида при благоприятном гидрорежиме реки приносит в озера более 31 млн м<sup>3</sup> дунайской воды.

В доступной нам литературе нет сведений по гидробиологической характеристике Большой Репиды, в частности, по видовому составу, численности и биомассе моллюсков.

Цель нашего исследования — изучить моллюсков бентоса Большой Репиды в современных условиях. Исследовали таксономический состав моллюсков, распределение видов по акватории протоки, численность и биомассу моллюсков, их сезонную динамику на различных субстратах.

### Материалы и методы исследования

Материал собирали в 2007—2008 гг. посезонно, на четырех станциях (см. рис.).



Схема протоки Большая Репида

• — бентосные станции

Ст. 1 расположена в начале протоки, около шлюза, берег укреплен бетонными плитами. На ст. 4, ближе к концу протоки, в районе дамбы, разделяющей озера Ялпуг и Кугурлуй, берег также укреплен. В местах расположения ст. 2 и 3 сохраняется естественная картина биотопов. На всех четырех станциях грунт илистый. Имеются заросли роголистника Ceratophyllum, довольно обычны элодея Elodea, перистолистник Myriophyllum, валлиснерия Vallisneria, др.

Всего в 2007—2008 гг. штанговым дночерпателем (площадь захвата 0,02 м<sup>2</sup>) и сачком (диаметр 0,3 м) собрано 58 проб, которые обработаны по общепринятой методике [2, 3]. Моллюсков определяли по [4, 5, 6], с учетом новых предложений по систематике гастропод [7].

### Результаты исследования и их анализ

Всего обнаружено 25 видов моллюсков: 21 — брюхоногих и 4 — двустворчатых (табл. 1). Весной в пробах обнаружено 11 видов, летом — 23, осенью — 11, зимой — 8.

Таблица 1 Таксономический состав моллюсков протоки Большая Репида (в — весна, л — лето, о — осень, з — зима)

	Станции				
Таксоны	1	2	3	4	
КЛАСС GAST	ROPODA —	БРЮХОНОГИ	ΙΕ	ı	
Семейство Neritidae					
Theodoxus fluviatilis (Linnaeus, 1758)	_	_		В, Л, З	
Семейство Valvatidae					
Valvata naticina (Menke, 1845)	_	Л		О	
V. piscinalis (O. F. Müller, 1774)	_	Л	_	О	
V. cristata O. F. Müller, 1774	_	Л	_	_	
Семейство Viviparidae					
Viviparus contectus (Millett, 1813)	В, Л	В, Л, З	В	В, Л, О	
V. viviparus (Linnaeus, 1758)	В	В, Л	_	В	
Семейство Bithyniidae		,			
Bithynia tentaculata (Linnaeus, 1758)	В, Л, О	В, Л, О, З	л, о	В, Л, О, З	
B. leachi (Sheppard, 1823)				o	
Семейство Melanopsidae					
Fagotia esperi (Ferussac, 1823)	_	_		В, Л	
F. acicularis (Ferussac, 1823)	_	В, Л, О	л	В, Л, З	
Семейство Acroloxidae		,,,,		, , , , ,	
Acroloxus lacustris (Linnaeus, 1758)	_	л		_	
Семейство Limnaeidae					
Limnaea stagnalis (Linnaeus, 1758)	В, Л, О	л, о, з	л, о	В, Л, О, З	
L. auricularia (Linnaeus, 1758)		В		В, 3	
L. palustris (O. F. Müller, 1758)	л	л		л	
Семейство Physidae					
Physa fontinalis (Linnaeus, 1758)	_	л		Л	
Ph. acuta Draparnaud, 1805	_	л		_	
Семейство Planorbidae					
Planorbis planorbis (Linnaeus, 1758)	л	в, л	л	л, о	
Anisus vortex (Linnaeus, 1758)	_	л. о	_	л, о	
Segmentina nitida (O. F. Müller, 1774)	_	Л	_	_	
Семейство Bulinidae					
Planorbarius corneus (Linnaeus, 1758)	л	В, Л, О, З	л, о, з	В, Л, О, З	
Семейство Ancylidae		, , , , ,	- , - , -	, , , , ,	
Ancylus fontinalis (O. F. Müller, 1774)	_	Л	_	_	

Окончание таблицы 1

Tr.	Станции				
Таксоны	1	2	3	4	
КЛАСС BIVA	LVIA — ДВУ	СТВОРЧАТЫ	E		
Семейство Unionidae					
Unio pictorum (Linnaeus, 1758)	_	л	_	л	
Anodonta cygnea (Linnaeus, 1758)	_	Л		Л	
Семейство Cardiidae					
Hypanis pontica (Eichwald, 1838)	_	Л	_	Л	
Семейство Dreissenidae					
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Л, О	В, Л, О, З	Л	В, Л, О, З	
Всего видов	8	22	7	20	
из них, по сезонам: в/л/о/з	4/7/3/0	8/21/6/5	1/6/3/0	10/15/10/7	

Во все сезоны встречались V. contectus, B. tentaculata, F. acicularis, L. stagnalis, P. corneus и D. polymorpha.

Станция 1. На бетонных плитах у шлюза и на илистом дне весной, в апреле, находили мелких и средних живородок V. contectus и V. viviparus, прудовиков L. stagnalis — по 2—3 экз./м² каждого вида. Численность B. tentaculata — четвертого найденного здесь весной вида составляла на бетоне до 5 экз./м<sup>2</sup> и до 35 экз./м<sup>2</sup> — на илистом грунте с роголистником. Биомасса моллюсков в это время составляла около 6,0 г/м<sup>2</sup>. Летом, в июне, на иле с растениями найдены прудовики L. stagnalis (2—3 экз./м²) и L. palustris (3—5 экз./м²), а также катушки P. planorbis и P. corneus; численность каждой составляла 2—3 экз./м². На бетоне моллюски практически отсутствовали, очевидно, из-за неблагоприятных гидрологических и гидрохимических условий. В августе численность большинства видов на этом участке сократилась: количество прудовиков составляло в среднем 2 экз./5  $M^2$ , живородок — 1 экз./ $M^2$ . На бетоне относительно многочисленна D. polymorpha — около 50 экз./м<sup>2</sup>. Единично встречались мелкие живородки и битинии. Осенью, в октябре 2007 г., на бетоне и на растениях численность битиний достигала 100 экз./м²; в октябре 2008 г. этот вид в пробах со ст. 1 не обнаружен. На илистом грунте с роголистником в оба года единично попадались прудовики, была многочисленна *B. tentaculata* — до 150 экз./м<sup>2</sup>. Общая биомасса моллюсков в это время не превышала 10,0—12,0 г/м². Зимой на ст. 1моллюски не встречались.

Станция 2. Благоприятный для моллюсков участок, расположенный примерно посередине между шлюзом и Ларжанкой (см. рис.). Здесь, как указано выше, хорошо сохранились естественные биотопы. Небольшое количество металлических и бетонных конструкций, относящихся к расположенной неподалеку маленькой насосной станции, не нарушает, в общем, природную среду, а напротив, разнообразит субстраты.

В феврале здесь единично встречались *V. contectus*, *B. tentaculata*, *L. stagnalis*, *P. corneus*, *D. polymorpha*. В апреле видовой состав брюхоногих по сравнению с февралем вырос вдвое. В пробах уже присутствовали оба вида живородок, *F. acicularis*; в небольшом количестве попадались ушковый прудовик *L. auricularia*, катушка *P. planorbis* и др. (табл. 1). Летом, в июне и августе, в зарослях роголистника, элодеи, валлиснерии присутствовали в значительном количестве физы *Ph. fontinalis* и *Ph. acuta*, чашечки — озерная *A. lacustris* и речная *A. fluviatilis*, битиния; возросла численность живородок обоих видов.

В это время на ст. 2 были найдены все четыре вида двустворчатых, обнаруженные в Большой Репиде. В частности, на растениях найдено много мелких, до 3—4 мм, дрейссен. Мелкими особями представлены и найденные на илистом грунте двустворчатки Unionidae. Средняя за 2007—2008 гг. летняя численность и биомасса моллюсков на этом участке Большой Рипиды представлены в табл. 2.

Таблица 2 Средняя численность (экз./м²) и биомасса (г/м²) моллюсков протоки Большая Репида летом 2007—2008 гг. на участке между шлюзом и с. Ларжанка (ст. 2)

	Субстраты					
Виды моллюсков	Pac	гения	Илистый песок			
	экз./м²	г/м²	экз./м²	г/м²		
	БРІ	ОХОНОГИЕ				
V. naticina	10±1,00	0,2±0,07	_	_		
V. piscinalis	10±1,00	$0.1\pm0.03$	10±0,30	$0,1\pm0,01$		
V. cristata	10±1,00	$0,2\pm0,06$				
V. contectus	10±1,00	12,5±0,35	4±0,12	$7,5\pm0,24$		
V. viviparus	8±1,00	11,0±0,33				
B. tentaculata	330±10,00	6,0±0,19	40±1,20	$0.8 \pm 0.03$		
F. acicularis	40±2,00	$3,2\pm0,10$	5±0,16	$0,5\pm0,02$		
A. lacustris	30±2,00	$0,1\pm0,03$	_	· —		
L. stagnalis	2±0,10	$3,1\pm0,10$	_	_		
L. palūstris	3±0,10	2,0±0,07	2±0,10	2,0±0,10		
Ph. fontinalis	50±3,00	$0.8\pm0.02$	_			
Ph. acuta	30±2,00	$0,6\pm0,01$	_	_		
P. planorbis	3±0,10	2,0±0,07	1±0,03	1,1±0,03		
A. vortex	2±0,10	$0.8\pm0.02$	_	_		
S. nitida	10±1,00	$0,1\pm0,01$	_	_		
P. corneus	3±0,10	3,6±0,11	1±0,03	1,5±0,04		
A. fluviatilis	30±2,00	0,1±0,01	_	_		
	ДВУ	СТВОРЧАТЫЕ				
U. pictorum	_	_	1±0,03	6,2±0,200		
A. cygnea	_	_	2±0,06	8,5±0,240		
H. pontica	_	_	5±0,16	$0,7\pm0,230$		
D. polymorpha	180±6,00	11,5±0,34	10±0,03	3,2±0,09		
Всего	761±14,00	57,9±1,84	81±2,50	24,1±0,80		

Как видно, численность моллюсков на растениях в девять раз больше, чем на илистом грунте. Разница в биомассе не столь значительна — лишь в 2,4 раза. На растениях, в первую очередь на роголистнике — многочисленны B. tentaculata, D. polymorpha, Ph. fontinalis (соответственно 330, 180 и 50 экз./м²). Эти же виды на иле малочисленны либо отсутствуют. Относительно большой биомассой на растениях характеризуются оба вида живородок (11,0—12,5 г/м²) и D. polymorpha (11,5 г/м²). На иле биомасса этих видов значительно меньше.

В октябре единично встречались живородки, средние и мелкие прудовики и катушки. Численность многих видов по сравнению с летом снижается, например, В. tentaculata — с 330 до 200 экз./м². Из двустворчатых в пробах попадалась только дрейссена; ее численность по сравнению с летом уменьшилась на роголистнике вдвое, при этом длина раковин выросла до 5—6 мм. Не все растения избирались дрейссеной и другими моллюсками в качестве субстрата.

Например, почти не было моллюсков на перистолистнике и элодее. В декабре, в отличие от февраля, моллюски в пробах отсутствовали.

Станция 3. Этот участок Большой Репиды (см. рис.) более быстроводный. Здесь обнаружено лишь семь видов моллюсков (табл. 1), однако говорить о значительном уменьшении количества видов в этом месте протоки было бы неправильно. Вероятно, именно точка взятия проб, где доминирует ил, является для моллюсков неблагоприятной.

На станции 4 (см. рис.), где не так сильно представлены бетонные конструкции и не столь резко проявляется гидродинамическая составляющая абиотической компоненты экосистемы, как в районе шлюза, найдено 20 видов моллюсков. Зимой, в феврале, здесь попадались *В. tentaculata*, *F. acicularis*, *L. stagnalis*, др. (табл. 1). Большинство брюхоногих находили на илистом грунте с остатками растений; фаготию и двустворчатку—дрейссену — на небольших камнях дна и единично — на вертикальных бетонных поверхностях. Численность особей всех видов была практически одинаковой и составляла 20—30 экз./м². В апреле видовой состав заметно увеличился (табл. 1). Появилась, например, озерная лунка *Th. fluviatilis*. Ее численность на бетоне составляла до 100 экз./м², на растениях и илистом дне — на порядок меньше. Многочисленна и *В. tentaculata* — до 100 экз./м². Летом на этом участке встречалось 15 видов моллюсков. Их количественная характеристика представлена в табл. 3.

Таблица 3 Средняя численность (экз./м²) и биомасса (г/м²) моллюсков протоки Большая Репида летом 2007—2008 гг. в районе дамбы (ст. 4)

	Субстраты						
Виды моллюсков	Бетон, камни		Растения		Ил		
	экз./м²	г/м²	экз./м²	г/м²	экз./м²	г/м²	
		БРЮ	ХОНОГИЕ			1	
Th. fluviatilis	150±5,00	6,0±0,19	200±6,30	6,1±0,2	5±0,15	0,2±0,01	
V. contectus	15±0,60	14,3±4,40	20±0,60	14,3±4,42	5±0,15	$2,6\pm0,30$	
B. tentaculata	200±6,20	4,0±0,12	1000±32,0	$16,0\pm0,50$	10±0,30	$0,1\pm0,0$	
F. esperi	100±3,40	8,0±0,24	60±1,80	4,8±0,15	3±0,10	$0,2\pm0,0$	
F. acicularis	100±3,40	8,1±0,24	30±1,00	$2,0\pm0,06$	2±0,07	$0,2\pm0,0$	
L. stagnalis			$3\pm0,10$	5,0±0,16	2±0,07	$2,3\pm0,0$	
L. palustris	_	_	$3\pm0,10$	$2,1\pm0,07$	2±0,07	$2,3\pm0,0$	
Ph. fontinalis	_	_	20±0,70	$0,4\pm0,01$			
P. planorbis	_	_	4±0,12	$3,0\pm0,10$	1±0,01	$0,4\pm0,01$	
A. vortex	_	_	4±0,12	$1,0\pm0,01$			
P. corneus	_	_	3±0,10	4,5±0,15	2±0,08	2,1±0,06	
		ДВУСТ	ВОРЧАТЫЕ				
U. pictorum	_	_	_	_	2±0,08	16,0±0,4	
A. cygnea	_	_	_	_	1±0,01	3,5±0,1	
H. pontica	—	_	l —	_	5±0,16	0,8±0,02	
D. polymorpha	20±0,60	5,1±0,16	1000±31,00	10,0±0,31	15±0,60	4,3±0,13	
Всего	585±18,10	45,5±1,40	2347±72,00	53,4±1,61	58±1,76	34,4±1,6	

Как видно из табл. 3, на бетоне, а также на камнях дна многочисленны теодоксусы и битинии. Отметим крайне низкую численность дрейссены — 20 экз./м². Обычно на таком субстрате она на один-два порядка выше [8, 9]. Большую часть биомассы образуют живородка *V. contectus* и оба вида Fagotia.

На роголистнике численность моллюсков около 2350 экз./м², т. е. на порядок выше, чем на бетоне и камнях (табл. 3); основу поселений составляли два вида: В. tentaculata и D. polymorpha (молодые особи) — по 1000 экз./м². На илистом дне численность минимальная — около 60 экз./м². Так, численность битинии, дрейссены, теодоксуса, фаготий на 1—2 порядка меньше, чем на других субстратах.

Биомасса моллюсков на иле достоверно меньше, чем на бетоне и, тем более, на растениях (табл. 3). Зато в пробах обнаружены двустворчатые — униониды. Вместе с дрейссеной они образуют около 24,0 г/м², или около 66% общей биомассы моллюсков на илистом грунте.

В целом на ст. 2 и 4 на однотипных субстратах биомасса моллюсков летом, когда эти животные достигают наибольших количественных показателей, сходна. На растениях ст. 2 она составляет около  $58,0 \text{ г/m}^2$ , на ст. 4 — около  $54,0 \text{ г/m}^2$ ; на иле соответственно около 24,0 и  $34,0 \text{ г/m}^2$ . Незначительна разница и в численности моллюсков на илистом дне (табл. 2, 3). Лишь на растениях зафиксирована пятикратная разница: около  $470 \text{ экз./m}^2$  на ст. 2 и около  $2350 \text{ экз./m}^2$  на ст. 4. Она определяется, как указано выше, большим количеством битинии и молоди дрейссены, осевшей на растения ст. 4.

В октябре на ст. 4 обнаружено 10 видов моллюсков. В частности, найден второй вид битинии — В. leachi, численность которой составляла 200—250 экз./м². На бетонных плитах в это время находили только дрейссену, остальные виды располагались на растениях — роголистнике, валлиснерии. Численность крупных живородок составляла 2—3 экз./м², а молодых, очень мелких катушек P. planorbis, A. vortex, P. corneus — около 100 экз./м² каждого вида. В отличие от лета, в пробах отсутствовали двустворчатые — униониды и Нурапіз. Численность дрейссены составляла около 200 экз./м², биомасса — 14,0 г/м². Общая биомасса моллюсков на растениях составила в это время около 22,0 г/м².

В декабре встречались единично  $\mathit{Th. fluviatilis}$  и ушковый прудовик  $\mathit{L. auricularia}$ .

### Выводы

- 1. В бентосе дунайской протоки Большая Репида в 2007—2008 гг. обнаружено 25 видов моллюсков: 21 брюхоногих и 4 двустворчатых.
- 2. Больше всего видов найдено летом 23, весной и осенью по 11, зимой 8 видов. Во все сезоны встречаются V. contectus, B. tentaculata, F. acicularis, L. stagnalis, P. corneus и D. polymorpha.
- 3. Наибольшее количество видов моллюсков найдено на ст. 2, где хорошо сохранились естественные биотопы 22 вида. На ст. 1 и 3, где наиболее заметно антропогенное влияние и менее благоприятен гидродинамический режим, найдено соответственно 8 и 7 видов.
- 4. В численности и биомассе моллюсков прослеживается сезонная динамика с летним максимумом и зимним минимумом, а также их зависимость от субстрата. В большинстве случаев максимальные численность и биомасса отмечены в зарослях роголистника до 2350 экз./м² и 72,0 г/м². Самый бедный субстрат илистый грунт: до 80 экз./м² и 34,0 г/м².
- 5. Наиболее многочисленными, как правило, являются *Th. fluviatilis*, *B. tentaculata*, *F. acicularis*, *F. esperi*, *D. polymorpha*. В общей биомассе доминируют относительно крупные брюхоногие живородки, прудовики, катушки, из мелких *В. tentaculata* (за счет большой численности), а также двустворчатые униониды и *D. polymorpha*.

#### Литература

- 1. Швебс Г. І., Ігошин М. І. Каталог річок і водойм України. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
- 2. *Методика* изучения биоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 240 с.
  - 3. *Мониторинг* макрозообентоса // Eco Grade. 2001. 12 с.
- 4. *Жадин В. И.* Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 376 с.
- 5. *Старобогатов Я. И.* Класс двустворчатые моллюски Bivalvia // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Под ред. Л. А. Кутиковой, Я. И. Старобогатова. Л.: Гидрометеоиздат, 1977а. С. 123—151.
- 6. *Старобогатов Я. И.* Класс брюхоногие моллюски Gastropoda // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Под ред. Л. А. Кутиковой, Я. И. Старобогатова. Л.: Гидрометеоиздат, 19776. С. 152—174.
- 7. *Анистратенко В. В., Анистратенко О. Ю.* Фауна Украины. Моллюски. Киев: Велес, 2001. Т. 29, вып. 1. 240 с.
- 8. Джуртубаев М. М., Беленкова Н. И., Заморов В. В. Моллюски придунайских озер Ялпуг и Кугурлуй // Причорноморськ. екол. бюл. 2006. № 3—4. С. 242—251.
- 9. Джуртубаев М. М., Заморов В. В. Зообентос озера Кагул. 2. Численность и биомасса // Вісник Одеськ. нац. ун-ту. 2007. Т. 13, вип. 5. Біологія. С. 71—78.

#### М. М. Джуртубаєв <sup>1</sup>, Ю. М. Джуртубаєв <sup>1</sup>, І. І. Радіонов <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра гідробіології та загальної екології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна <sup>2</sup> Ізмаїльський морський торгівельний порт, Поштова вул., 7, Ізмаїл, 68600, Україна

#### МОЛЮСКИ БЕНТОСУ ДУНАЙСЬКОЇ ПРОТОКИ ВЕЛИКА РЕПІДА

#### Резюме

З'ясовано таксономічний склад молюсків бентосу протоки Велика Репіда, розподіл видів, їх чисельності і біомаси у 2007—2008 рр. Знайдено 21 вид черевоногих і 4— двостулкових молюсків. Середня чисельність молюсків влітку серед рослин досягає 2347 екз./м², біомаса — 57,9 г/м².

Ключові слова: Велика Репіда, молюски, чисельність, біомаса.

#### M. M. Dzhurtubaev <sup>1</sup>, Y. M. Dzhurtubaev <sup>1</sup>, I. I. Radionov <sup>2</sup>

Odesa National Mechnykov University,

Department of Hydrobiology and General Ecology,

Dvoryanska str., 2, Odesa, 65082, Ukraine

<sup>2</sup> Ismail Sea Port,

Portovaja Srt., 7, Ismail, 68600, Ukraine

#### MOLLUSCS OF THE DANUBE STREAM GREAT REPIDA

#### Summary

Taxonomic composition and distribution of the species, number and biomass of molluscs of the stream Great Repida in 2007—2008 have been studied. There were 21 species of Gastropoda and 4 — of Bivalvia were found. The number of molluscs attains 2347 ex/m², biomass —  $57.9 \text{ g/m}^2$  near the plants in summer.

**Key words:** the Great Repida, molluscs, number, biomass.

УДК 594.4:574.5(477,74)(504.45)

#### Ю. М. Джуртубаев, мл. науч. сотр.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра гидробиологии и общей экологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина, e-mail: svarog-72@mail.ru

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА HYDROBIA ACUTA (DRAPARNAUD, 1805) В ДОФИНОВСКОМ ЛИМАНЕ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Представлены данные о распределении, численности и биомассе брюхоногого моллюска *Hydrobia acuta* в Дофиновском лимане в 2003—2005 гг. Максимальная численность в прибрежной зоне достигает 159 150 экз./м², биомасса — 377,05 г./м². Вне прибрежной зоны численность *Hydrobia acuta* в шесть-семь раз, а биомасса на порядок уступает таковым в прибрежье.

**Ключевые слова**: *Hydrobia acuta*, макрозообентос, Дофиновский лиман, Черное море.

Дофиновский (Большой Аджалыкский) лиман — мелководный соленый водоем пересыхающего типа; отделен от Черного моря узкой пересыпью шириной от 40 до 150 м; с морем соединен каналом. Длина лимана 7,5 км, ширина — до 1,7 км, площадь, по данным разных авторов, 700—800 га. Глубина не превышает 2,0 м [1, 2]. Соленость в течение года изменяется от 15‰ весной до 29‰ и более — летом. Это, в основном, обусловливает морской характер фауны лимана. На дне доминируют илистые грунты [3].

Зообентос Дофиновского лимана изучен недостаточно. Таксономический состав, численность и биомассу макрозообентоса лимана около пятидесяти лет назад изучал С. Б. Гринбарт [4—7]. Из немногих современных работ можно отметить исследования Ю. Н. Макарова [1], И. А. Синегуба [3], указавших 17 видов макрозообентоса и обративших внимание на сложную экологическую ситуацию в этом водоеме. Один из обычных и массовых видов макрозообентоса лимана — моллюск *Н. асита*, что отмечалось и указанными выше авторами. Цель исследования — изучить распределение гидробии по акватории лимана, ее численность и биомассу, сезонную динамику.

#### Материалы и методы исследований

*H. acuta* (Draparnaud, 1805) относится к семейству Hydrobiidae, отряду Discopoda [9]. Раковина овально-коническая, высотой до 5,0 мм, с шестью-семью умеренно выпуклыми, закругленными, быстро нарастающими оборотами, разделенными слегка вдавленным швом. Устье широкое, округло-овальное, выступающее у взрослых особей. Окраска раковины желтоватая, зеленоватая, коричневая или бурая [9].

Пробы макрозообентоса собирали с октября 2003 г. по июль 2005 г. на семи прибрежных станциях (удаление от берега до 10 м, глубина — до 1,0 м) и с лодки на трех станциях вне прибрежной зоны, расположенных по продольной оси лимана (далее «лодочные» станции) на глубине до 1,8 м.

Расположение бентосных станций показано на рисунке.

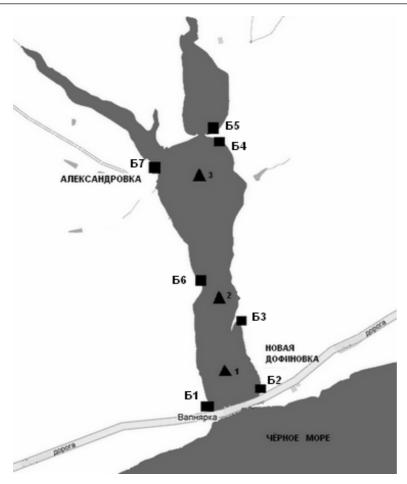


Схема расположения бентосных станций Дофиновского лимана в 2003—2005 гг.:

■ — прибрежные станции; ▲ — «лодочные» станции

В прибрежной зоне пробы собирали весной, летом и осенью, на «лодочных» станциях — летом и осенью. На всех семи станциях грунт — чистый черный ил либо черный ил с примесью ракуши и песка. На ст. Б5 найдены небольшие заросли зостеры.

На каждой прибрежной станции пробу бентоса брали в зоне заплеска — на нулевой отметке глубины, и на глубине  $0.5\,\mathrm{m}$ . В  $2005\,\mathrm{r}$ . пробы отбирались на тех же станциях, но на глубинах  $0.5\,\mathrm{u}$   $1.0\,\mathrm{m}$ , на удалении пяти — десяти метров от берега. Глубина в местах расположения «лодочных» станций составляла  $1.8\,\mathrm{m}$ . Всего за время исследований было собрано  $74\,\mathrm{n}$  пробы, в том числе в  $2003\,\mathrm{r}$ . —  $16,\,2004\,\mathrm{r}$ . —  $48\,\mathrm{u}$  в  $2005\,\mathrm{r}$ . —  $10\,\mathrm{n}$  проб; береговых —  $65,\,\mathrm{w}$  лодочных» —  $9\,\mathrm{n}$  проб.

Прибрежные пробы собирали с помощью рамки размером 10×10 см, «лодочные» — дночерпателем (площадь захвата 0,02 м²). Пробы фиксировали в 4%-м растворе формалина. Отобранных из проб моллюсков определяли, рассчитывали их численность и биомассу. Определение видов проводили по «Определителю фауны Черного и Азовского морей» [9].

#### Результаты исследований и их обсуждение

В 2003—2004 гг. средняя температура воды в прибрежной зоне составляла весной — 17,8 °C, летом — 27,5 °C и осенью — 18,3 °C, соленость воды соответственно — 16,7, 13,2 и 18,3‰. По 2005 г. мы располагаем лишь летними средними значениями температуры и солености воды: 26,8 °C и 12,3‰, соответственно.

На «лодочных» станциях в мае температура воды у дна составляла на ст.  $1-18,8\,^{\circ}$ С, на ст.  $2-17,6\,^{\circ}$ С и на ст.  $3-17,8\,^{\circ}$ С, в среднем —  $17,8\,^{\circ}$ С. В сентябре она составила соответственно 19,1; 19,0 и 18,5  $^{\circ}$ С, в среднем по акватории —  $18,8\,^{\circ}$ С. То есть и весной, и осенью наибольшая температура отмечена в низовье лимана, наиболее низкая — в верховье лимана. На береговых станциях такая закономерность не прослеживалась. Картина солености на «лодочных» станциях противоположная: в оба сезона наблюдений наибольшая соленость отмечена в верховье: в мае — 16,6%; в сентябре — 17,5%. В низовье соленость составляла соответственно  $14,8\,$ и 16,7%. Очевидно, такая картина связана с процессом испарения воды в летнее время и динамикой водных масс лимана.

Всего в наших сборах было обнаружено восемь видов макрозообентоса. Помимо *H. acuta*, это полихета *Hediste diversicolor*, амфипода *Gammarus aequicauda*; брюхоногие моллюски *Mohrensternia lineolata*, *Setia valvatoides*, двустворчатые моллюски *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata*, *Mya arenaria*. Также были обнаружены олигохеты и личинки хирономид.

В течение всего периода исследований *Н. асиtа* являлась обычным по частоте встречаемости и самым массовым видом среди обнаруженных в лимане брюхоногих моллюсков. На доминирующую роль гидробии указывал еще более 50 лет назад С. Б. Гринбарт [4]. Правда, он называет *Н. ventrosa* (Mont.), которую после ревизии черноморской малакофауны находим в синонимах *Н. аси-ta, Н. arenarum* (Bourq.), *Н. aciculina* (Bourq.), др. [9]. Очевидно, колебания гидрологических и гидрохимических характеристик вод лимана все эти годы не выходили за пределы экологической валентности гидробии. Частота встречаемости *Н. асиta*, по нашим данным, в целом составляет (без 2005 г.) 88,7 %; на линии уреза воды — 81,0 %, на глубине 0,5 м — 85,7 %. В 2005 г. она уменьшилась вдвое — в целом до 41,2 %. Такая картина была вызвана сильнейшим замором, погубившим остальных моллюсков и большинство других бентосных видов. В пробах, собранных с лодки, гидробию обнаружили в 77,8 % проб.

Средняя численность и биомасса ( $M \pm \bar{m}$ ) *Н. асиtа* в 2003—2004 гг. на прибрежном мелководье Дофиновского лимана показана в таблице. Из-за незначительного общего количества собранных проб и отсутствия живого бентоса во многих из них вследствие замора данные за 2005 г. в таблицу включены не были и приводятся только в тексте.

Как следует из таблицы, численность изменялась от 50 до 159150 экз/м². Если на ст. Б1 столь низкая величина, очевидно, закономерна (гидробии здесь в дальнейшем вообще не встречались), то на ст. Б6 этот минимум, вероятно, связан с кратковременным локальным ухудшением условий.

У уреза воды численность гидробии летом — в начале осени сравнительно небольшая: 4,0—4,2 тыс. 9кз/м², весной и осенью почти вдвое выше. На полуметровой глубине такая закономерность не прослеживается. Минимальная численность отмечена в октябре 2003 г. — в среднем около 5030 9кз/м², максимальная — в мае 2004 г. — около 323850 9кз/м² (см. таблицу). Очевидно, у уреза воды, где глубина расположения моллюсков измерялась сантиметрами, условия обитания менее благоприятны, чем на глубине 0,5 м.

Биомасса изменяется соответственно численности. Минимальная биомас-

Численность (экз/м²) и биомасса (r/м²) H. acuta в прибрежной зоне лимана

	Глуби-	Октябрь 2003 г.	. 2003 г.	Май 2004 г.	004 r.	Июль 2004 г.	004 r.	Сентябрь 2004 г.	2004 г.
Станция	на, м	экз/м²	r/M <sup>2</sup>	экз/м²	r/M²	3K3/M <sup>2</sup>	r/M²	эк3/м²	Γ/M <sup>2</sup>
Б1	0	50±18	0,1±0,01			ı			
	0,5	3500±85	7,4±0,22	l	I	13750±410	40,9±1,20	1050±30	1,9±0,04
Б2	0	4150±123	9,1±0,26	7200±212	19,8±0,57	150±4,00	0,3±0,01	150±4	0,4±0,01
	0,5	1850±56	1,7±0,04	12350±363	19,0±0,55	650±18	1,0±0,03	1350±39	5,1±0,12
Б3	0	20250±610	25,6±0,75	2700±79	3,7±0,10	8550±255	11,1±0,30	6400±190	18,4±0,50
	0,5	9400±280	13,3±0,37	20050±57	35,9±1,03	ı			
Б4	0	12800±375	54,0±1,50	ı	I	ı		200±5	0,4±0,01
	0,5	2450±76	6,8±0,19	10900±322	18,5±0,50	550±15,30	1,9±0,04	1850±54	4,8±0,12
Б 5	0	7850±225	38,9±1,15	41150±1230	263,4±7,40	200±5,50	0,4±0,01	6400±190	17,0±0,46
	0,5	8600±250	26,4±0,76	159150±4640	377,0±11,31	40800±1200	63,3±1,75	9400±279	21,5±0,62
Р 6	0	1300±37	1,9±0,04	50±1,30	0,1±0,01	13250±396	25,7±0,73	12150±362	22,1±0,63
	0,5	700±19	1,5±0,03	2600±75	4,6±0,13	29700±885	52,5±1,40	28250±845	91,2±2,65
Б7	0	7900±225	9,6±0,28	2850±83	4,6±0,13	7450±222	16,7±0,48	2700±79	5,7±0,16
	0,5	8700±252	13,2±0,35	21650±63	55,1±1,60	11350±338	13,4±0,39	6800±200	$10,4\pm 0,29$
В среднем	0	7757±229	19,9±0,54	7707±321	41,6±1,22	4228±125	13,3±0,38	4000±117	9,1±0,24
	0,5	5028±147	10,0±0,30	32385±971	72,9±2,14	13828±413	24,7±0,72	6957±204	19,3±0,55

са гидробии — 0,1 г/м² отмечена на ст. Б1 и Б6, одновременно с минимальной численностью; максимальная — 377,05 г/м² при максимальной численности (ст. Б5, глубина 0,5 м). Значительно изменяется средняя биомасса по сезонам — от 9,15 г/м² (сентябрь 2004 г.) до 41,67 г/м² (май 2004 г.) у уреза воды.

В октябре 2003 г. средняя биомасса составила 19,90 г/м<sup>2</sup>, что объясняется доминированием мелких молодых особей.

На полуметровой глубине средняя биомасса была в пределах  $10,05 \text{ г/м}^2$  (октябрь 2003 г.) —  $72,89 \text{ г/м}^2$  (май 2004 г.). В целом, за исключением октября 2003 г., биомасса гидробии на полуметровой глубине примерно вдвое больше, чем у уреза воды.

Вне прибрежной зоны, на «лодочных» станциях, средняя численность гидробии в мае и сентябре 2005 г. составила соответственно 7570 и 7200 экз/м<sup>2</sup>. Наибольшая численность по станциям в этот период отмечена на ст. 1 в мае — 12350 экз/м<sup>2</sup>, минимальная — в это же время на ст. 2: 450 экз/м<sup>2</sup>.

Столь же велики колебания биомассы: от 1,4 г/м² на ст. 2 в мае 2004 г. до 43,7 г/м² на ст. 1 в сентябре. В среднем биомасса гидробий вне прибрежной зоны составляла 12,5 г/м² в мае — 23,0 г/м² в сентябре.

В 2005 году, как указывалось выше, в лимане произошел сильный замор, в результате чего погибла значительная часть зообентоса. *Н. асита* встречалась лишь на трех из семи прибрежных станций (ст. 3, 4, 7). На глубине 0,5 м численность составляла 25150 экз/м² (ст. Б3) — 44900 экз/м² (ст. Б7). На ст. Б4 гидробия на этой глубине не обнаружена. На глубине 1,0 м численность составила от 1050 экз/м² на ст. Б4 до 9800 экз/м² на ст. Б3. То есть можно, очевидно, говорить об определенной устойчивости этого вида к неблагоприятным факторам среды, в частности, к дефициту кислорода. В пользу такого предположения говорит и тот факт, что полученные нами данные вполне согласуются с результатами исследования С. Б. Гринбарта в июле 1956 г. [4], указавшего численность гидробии 11616 экз/м², а биомассу 35,2 г/м². Как видно из таблицы, соответствующие значения для июля 2004 г. составляют около 13830 экз/м² и 24,75 г/м².

Таким образом, можно говорить об определенной стабильности численности и биомассы гидробии в Дофиновском лимане в течение длительного периода времени.

Аналогичным образом изменяется биомасса. На глубине до 0,5 м она колебалась в пределах 71,1 г/м² (ст. Б3) — 148,7 г/м² (ст. Б7); на глубине 1,0 м — от 2,3 г/м² (ст. Б4) до 29,8 г/м² (ст. Б3).

Летом 2005 года средняя численность H. acuta вне прибрежной зоны была в 6-7 раз меньше таковой у берега и составила 1230 экз/м². Значительно сильнее — на порядок — уменьшается биомасса, которая в среднем составила  $3.3 \text{ г/м}^2$ .

#### Выводы

- 1. *H. acuta* обычный и массовый вид макрозообентоса Дофиновского лимана с частотой встречаемости 85,7% у берега и 77,8% на глубине в средней части лимана.
- 2. Количественные показатели H. acuta испытывают существенные пространственно-временные колебания: минимальная численность и биомасса отмечены у уреза воды в низовье лимана в октябре 2003 г. и в его центральной части в мае 2004 г. по 50 экз/м² и 0,1 г/м², максимальная соответственно 159150 экз/м² и 377,05 г/м² на полуметровой глубине в верховье лимана среди зарослей зостеры в мае 2004 г.
  - 3. Средняя численность у уреза воды была в пределах 4000 экз/м<sup>2</sup> (сен-

- тябрь  $2004 \, \Gamma$ .)  $7757 \, \text{экз/м}^2$  (октябрь  $2003 \, \Gamma$ .); биомасса:  $9,15 \, 1 \, \text{г/м}^2$  (сентябрь  $2004 \, \Gamma$ .)  $41,67 \, 1 \, \text{г/м}^2$  (май  $2004 \, \Gamma$ .). На глубине  $0,5 \, \text{м}$  средняя численность и биомасса гидробии была в пределах  $5028 \, \text{экз/м}^2$  и  $10,05 \, \text{г/м}^2$  (октябрь  $2003 \, \Gamma$ .).
- 4. В более глубоководной центральной части лимана численность гидробии в шесть-семь раз, а биомасса на порядок уступает таковым в прибрежье.
- 5. *Н. асита* устойчива к неблагоприятным условиям, в частности, дефициту кислорода; после летнего замора 2005 г., погубившего значительную часть бентоса, в том числе много брюхоногих, численность гидробии в прибрежной зоне на отдельных станциях составляла около 45000 экз/м<sup>2</sup> при биомассе 148,7 г/м<sup>2</sup>.
- 6. Сравнение полученных результатов с данными литературы позволяет говорить о стабильности численности и биомассы гидробии в Дофиновском лимане в течение длительного периода времени.

#### Литература

- 1. *Макаров Ю. Н.* Формирование фауны Дофиновского лимана в условиях его регулирования // Рыбное хозяйство. 2000. № 3—4. C. 20—22.
- 2. Швебс Г. І., Ігошин М. І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. Одеса: Астропринт, 2003. 392 с.
- 3. Синегуб И. А. Состояние макрозообентоса Дофиновского лимана (северо-западное Причерноморье) в июле 1999 г. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: 2000. С. 419—424.
- 4. *Гринбарт С. Б.* К изучению донной фауны Дофиновского лимана (материалы исследования 1956 г.) // Науч. ежегодн. Одесского ун-та. Одесса, 1957. С. 266—269.
- 5. *Гринбарт С. Б.* Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья как кормовая база промысловых рыб // Тр. 1-й ихтиол. конф. по изучению лиманов. Кишинев, 1960. С. 135—147.
- 6. Гринбарт С. Б. Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья и смежных с ним участков моря: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Одесса, 1967. 52 с.
- 7. Гринбарт С. Б. Итоги изучения донной фауны лиманов северо-западного Причерноморья // Биоокеанографические исследования южных морей. Киев: Наукова думка, 1969. С. 107—121.
- 8. *Володкович Ю. А.* Методы изучения морского бентоса / руководство по методам биологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. С. 7—12.
- 9. *Голиков А. Н., Старобогатов Я. И.* Класс брюхоногие моллюски Gastropoda // Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев: Наукова думка, 1972. Т. 3. С. 65—166.
- 10. Abbott R. T., Boss K. J. A Classification of the Living Mollusca. Melbourne, Flo.: Amer. Malacol., 1989. 195 p.

#### Ю. М. Джуртубаєв

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра гідробіології та загальної екології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: svarog-72@mail.ru

#### ЧЕРЕВОНОГИЙ МОЛЮСК *HYDROBIA ACUTA* (DRAPARNAUD, 1805) ДОФІНІВСЬКОГО ЛИМАНУ (ЧОРНЕ МОРЕ)

#### Резюме

Наведені дані щодо розповсюдження, чисельності та біомаси черевоногого молюска *Hidrobia acuta* у Дофінівському лимані. Найбільша чисельність у прибережній зоні досягала 159150 екз/м $^2$ , біомаса — 377,05 г/м $^2$ . Поза неї чисельність *Hydrobia acuta* у шість-сім разів, а біомаса — на порядок менші.

Ключові слова: Hydrobia acuta, макрозообентос, Дофінівський лиман, Чорне море.

#### Yu. M. Djurtubaev

Odessa National Mechnikov University, Department of Hydrobiology and General Ecology, Dvoryanska Str., 2, Odessa, 65082, Ukraine, e-mail: svarog-72@mail.ru

## GASTROPOD MOLLUSK $HYDROBIA\ ACUTA$ (DRAPARNAUD,1805) THE DOFINJVSKY ESTUARY (THE BLACK SEA)

#### **Summary**

We have determined the distribution, number and biomass of gastropod mollusk *Hydrobia acuta* in the Dofinovsky estuaty. Near the shore the quantity reaches 159150 sp./m², biomass — 377.05 gr/m². In the open part of the estuary quantity and biomass is less considerable.

Key words: Hydrobia acuta, macrozoobentos, the Dofinovsky estuary, the Black Sea.

УДК 591.59.5(477.7-218.4)

**В. В. Заморов** <sup>1</sup>, канд. біол. наук, доцент, декан біологічного факультету, **С. М. Снігірьов** <sup>2</sup>, ст. наук. спів.

<sup>1</sup> Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, каф. гідробіології та загальної екології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

<sup>2</sup> Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

Регіональний центр екологічного моніторингу природного середовища, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

#### ЖИВЛЕННЯ БИЧКА-КРУГЛЯКА NEOGOBIUS MELANOSTOMUS (PALLAS, 1814) У ПРИБЕРЕЖНИХ ВОДАХ ОСТРОВА ЗМІЇНИЙ

Вивчено якісний і кількісний склад живлення бичка-кругляка в акваторії острова Зміїний. З'ясовано, що до раціону кругляка входять організми, які належать до 22 таксонів. Найбільш важливими кормовими об'єктами є мідія і мітілястер. Відзначена більш висока інтенсивність живлення кругляка у водах острова в порівнянні з іншими районами Чорного моря.

Ключові слова: Neogobius melanostomus, живлення, острів Зміїний, Чорне море.

Вивчення іхтіофауни Чорного моря проводять учені всіх причорноморських країн, що дозволяє відслідковувати зміни, які відбуваються в іхтіоценозах. У той же час дослідження фауни в умовах зростання антропогенного пресу на екосистему моря залишається, як і раніше, актуальним.

На північно-західному шельфі таким районом  $\varepsilon$  акваторія Дунай-Дністровського межиріччя та острів Зміїний, які знаходяться під впливом Дунаю — найбільшої з чорноморських рік.

Донедавна даних про стан іхтіофауни цього району в літературі було небагато. Зокрема необхідно відзначити актуальність вивчення біології і екології найбільш чисельного виду демерсальних риб північно-західної частини моря — бичка-кругляка Neogobius melanostomus, який може бути видом-індикатором стану донних біоценозів. У сучасних умовах дослідження цього виду набуває не тільки теоретичного, але й практичного значення, що обумовлено підвищенням ролі бичка-кругляка в промислових уловах у прибережній зоні моря.

Метою досліджень було вивчити живлення бичка-кругляка в прибережних водах острова Зміїний.

#### Матеріали і методи

Рибу ловили зябровими сітками, гачковими снастями в прибережних водах острова впродовж 6 років (2003—2008 рр.). Повний біологічний аналіз риб здійснювали за загальноприйнятими іхтіологічними методиками [1]. У ході аналізу виміряли загальну довжину (см), масу тіла (г) і стать риби. Вік визначали за отолітами.

Збір проб бентосу проводили з використанням легководолазного спорядження. У прибережній зоні острова для лову риби було обрано 22 ділянки (іхтіологічні станції), які розташовані з різних його сторін.

За час досліджень проаналізовано більш 520 харчових грудок бичка-кругляка. Склад кормових об'єктів вивчали за визначником [2]. У ході роботи розраховували наступні індекси:

1) Загальний індекс наповнення кишечника (ЗІНК):

$$3IHK = \frac{M_{xr}}{M} \times 10000\%_{000},$$

де  $M_{\rm xr}$  — маса харчової грудки (г); M — маса риби (г). 2) Частковий індекс наповнення кишечника (ЧІНК):

$$\text{ЧІНК} = \frac{M_i}{M} \times 10000 \%_{000},$$

де  $M_i$  — маса i-корму ( $\Gamma$ ); M — маса риби ( $\Gamma$ ).

3) Індекс видової подібності (ІВП):

$$IB\Pi = \frac{C}{(A+B)-C} \times 100\%,$$

де A — кількість таксонів кормових об'єктів в раціоні однієї риби, яка досліджувалася; B — кількість таксонів кормових об'єктів в раціоні іншої риби, яка досліджувалася; C — кількість однакових таксонів харчових об'єктів в раціонах риб, що порівнювалися.

4) Індекс відносної значимості (ІВЗ) [3]:

IB3 = 
$$(P+N)\times F$$
,

де P — маса об'єкту живлення (% від загальної маси всіх харчових об'єктів в раціоні риби); N — кількість об'єкту живлення (% від загальної кількості всіх кормових об'єктів в раціоні риби); F — частота зустрічальності харчових грудок з об'єктом живлення (% від загальної кількості досліджених харчових грудок).

5) Індекс вибірковості (ІВ) [4]:

$$IB_{\%} = \frac{P}{P_{B}}$$

де P — маса об'єкту живлення в раціоні риби;  $P_{\scriptscriptstyle \rm B}$  — маса цього ж об'єкту живлення в пробі бентосу.

6) Індекс харчової подібності (ІХП), яким є сума мінімальних значень мас (%) однакових об'єктів харчування в раціонах риб, що порівнюються.

Математичний аналіз даних проводили згідно загальноприйнятих методів статистики [5].

#### Результати та їх обговорення

До складу харчового спектру бичка-кругляка у період з 2003 по 2008 рік в акваторії острова Зміїний входили кормові об'єкти, які належать до 22 таксонів (табл. 1).

Найбільшим числом видів у раціоні кругляка представлені молюски і ракоподібні (8 і 7 видів, відповідно). Значно рідше зустрічалися черви і риба.

За результатами досліджень розходження в раціонах представників різної статі бичка-кругляка незначні. В акваторії острова ІХП і ІВП кормових об'єктів самців і самок кругляка складали 90,1 і 89,8%, відповідно.

Величина індексу відносної значимості (%) об'єктів харчування бичка-кругляка в акваторії острова Зміїний

					-	Період досліджень, рік і місяць	іджень, рі	ік і місяць	•				
Об'єкт харчування	2003	20	2004		20	2005		200	2006	20	2007	20	2008
·	Серп.	Черв.— серп.	Жовт.— лист.	Квіт.— трав.	Черв.	Серп.	Жовт.	KBiT.	Лист.	Лип.— серп.	Жовт.— лист.	Трав.— черв.	Серп.
					Ž	Nematoda							
Nematoda gen. sp				1,3						2,2		2,1	
Oligochaeta gen. sp					0,5	Ongochaeta 3,2 Delgeboote					1,4		1,0
Hediste diversicolor	I	2,1	1,1	181,4	66,2	10,4	289,5	45,1	I		17,4	12,3	13,4
Balanus improvisus Gammarus sp. Sahaeroma sp.		11,0	17,0	55,9	0,5 48,3  -	7,8 7,8 	37,4	1,6	234,0 63,0	97,0	280,0 57,1	23,4 33,2	86,9 25,7 1.9
Palaemon elegans				;				1,3			;		;
Macrophpus arcuatus Xantho poressa Reptantia gen. sp	15,5		1   2,9	16,4		42,9	184,8 21,2		40,5	4,2 38,8	106,6 58,9	3,6	111,2
Discooling					2	Mollusca		9 023					7 20
Alssou sp. Hydrobia sp.		18,2	0,4				54,1	35,6					7,77
Modiolus adriaticus Mytilaster lineatus Mytilus galloprovincialis 17799,0	 17799,0	$\frac{-}{19022,0}$	$\frac{2.6}{18913.0}$	523,6 16240,0	$\frac{146.7}{18187.9}$	1295,1 $11988,0$	6,2 118,6 12806,6	$\frac{1.0}{1.0}$ 9294,6	$\frac{13.9}{14730.1}$	176,6 13175,5	23,2 12587,8	$\frac{123.5}{12169.9}$	874,4 10984,0
Cerastoderma sp. Mollusca gen. sp			10,9	2,3	0,8		-	20,5				12,5 23,4	8,9
Ікра рапани					1	Pisces	+ [						
Sprattus sprattus Blenniidae gen. sp Pisces gen. sp	20,5				5,9	19,6	<i>','</i>			8,0	10,6	3,5	12,8 4,7
Ікра риб Усього харчових гру-				+				+					
док, абс. од.	40	33	62	83	43	27	46	61	14	26	36	25	27

Примітка: "—" — відсутність об'єкта харчування в раціоні.

Були відзначені деякі відмінності в харчових спектрах бичків двох розмірних груп (табл. 2).

Таблиця 2 Величина індексів відносної значимості (%) об'єктів харчування двох розмірних груп бичка-кругляка в акваторії острова Зміїний

05'	Розмірна гр	упа риби, см
Об'єкт харчування	7,5—15,0	15,0—23,5
Nematoda		
Nematoda gen. sp	3,6	1,3
Polychaeta	,	<u> </u>
Hediste diversicolor	537,6	181,4
Crustacea		
Balanus improvisus	_	55,9
Gammarus sp.	345,6	5,4
Sphaeroma sp.	18,6	
Macropipus arcuatus		16,4
Mollusca		ĺ ,
Hydrobia sp.	4,1	_
Mytilaster lineatus	537,6	523,6
Mytilus galloprovincialis	11840,4	16240,0
Mya arenaria	14,4	
Mollusca gen. sp	3,6	2,3
Ікра риб	+	+
Усього харчових грудок, абс. од.	60	83

Примітка: "—" — відсутність об'єкта харчування в раціоні.

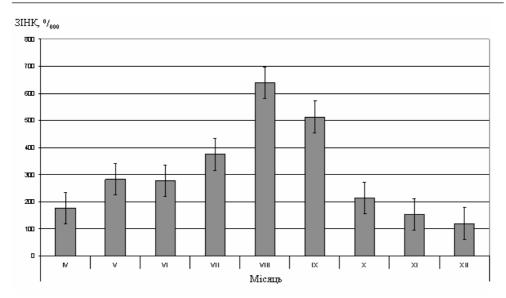
В акваторії острова молодь бичка кругляка у віці 1—2 роки (загальна довжина 7,5—15,0 см) більш активно вживає червів і ракоподібних. Частка мідії в їхньому раціоні помітно нижча, ніж у особин, більших за розміром тіла (за віком 3—6 років, загальна довжина 15,0—23,5 см). Однак, незважаючи на ці розходження, величини індексів харчової і видової подібності кормових об'єктів з раціонів особин кругляка цих розмірно-вікових груп, що порівнювались, досить високі — 98,1 і 73,7%, відповідно.

В акваторії острова загальний індекс наповнення кишечників бичків протягом 6 років досліджень змінювався від 120,0 до  $680,6^{0}/_{000}$  (див. рисунок).

Найменша інтенсивність харчування бичка-кругляка (ЗІНК — 120,0—  $154,3^0/_{000}$ ) відзначена у листопаді й грудні. Для цього ж періоду року був характерний найвищий відсоток порожніх кишечників (43,1%). Навесні величина ЗІНК риб перебувала в межах 177,7— $283,1^0/_{000}$ . Кількість риб з порожніми кишечниками становила 37,5%. Максимальні значення ЗІНК спостерігалися у серпні 2004 року —  $680,6^0/_{000}$ . Влітку кількість риб з порожніми кишечниками не перевищувала 25,0 %. Восени величина ЗІНК коливалася у межах 213,5—  $513,2^0/_{000}$ , а відсоток риб з порожніми кишечниками становив 21,2 % (див. рисунок).

Аналізуючи отримані данні, можна заключити, що наприкінці нересту в період нагулу (з серпня по жовтень) інтенсивність живлення кругляка була максимальною.

За даними сіткових уловів, поблизу берегів Румунії інтенсивність живлення кругляка в 2—4 рази була нижча [6] у порівнянні з отриманими результатами. Навесні, у період нересту, середня величина показника ЗІНК становила  $92,6^{\circ}/_{000}$ , влітку —  $155,6^{\circ}/_{000}$ . Основними об'єктами харчування були черви і ракоподібні.



Середні величини загального індексу наповнення кишечнику (ЗІНК,  $^{0}/_{000}$ ) бичка-кругляка в акваторії острова Зміїний по місяцях за весь період досліджень

Такі розходження в інтенсивності живлення, імовірно, пов'язані як із забезпеченістю риби їжею, з одного боку, так і з калорійністю самих об'єктів харчування, з іншого [6].

Відомо, що калорійність молюсків нижча, ніж червів і ракоподібних [7, 8]. Тому в акваторії острова кругляк, основною їжею якого була мідія, змушений поїдати її у більшій кількості, що в результаті призвело до збільшення величин ЗІНК.

Протягом усього періоду досліджень у прибережних водах острова найбільш важливим об'єктом харчування бичка-кругляка була мідія (IB3 — 9294,6—19022,0 %, ЧІНК — 92,3—487,4 $^{\circ}$ / $^{\circ}$ 000). Перевага значення мідії в раціоні риб не залежала від сезону року. Мінімальні величини IB3 мідії (9294,6 %) відзначені у квітні 2006 року. У цей же час в раціоні кругляка зросла роль молюска *Rissoa* sp. Такі зміни в живленні бичків можна пояснити скороченням чисельності «кормової» мідії (довжина стулок до 2 см) в акваторії острова після заморних явищ у серпні 2005 року.

Частка інших безхребетних у живленні кругляка була значно нижчою. Так, наприклад, IB3 другорядного об'єкта харчування молюска мітілястера M. lineatus у їжі кругляка становив усього 1,0-1295,1% (ЧІНК  $0,2-10,1^0/_{000}$ ), поліхети M. diversicolor — 1,1-289,5% (ЧІНК  $0,1-4,5^0/_{000}$ ), вусоногого рачка балянуса M. improvisus — 0,5-280,0% (ЧІНК  $0,1-1,1^0/_{000}$ ). Ці види є складовою частиною «мідійного» біоценозу, тому частіше інших організмів бентосу зустрічаються в їжі бичків.

В раціоні кругляка в акваторії острова Зміїний значення риб родини Clupeidae (IB3 — 176,0 %, ЧІНК —  $4,8^{\circ}/_{000}$ ) і Blenniidae (19,6 %,  $0,2^{\circ}/_{000}$ ) невелике. Рибу знайдено тільки в кишечниках великих за розмірами самців.

У різні роки досліджень відмічали незначні зміни в раціоні кругляка у прибережній частині акваторії острова (табл. 1). Спектр харчування бичків був майже однаковий у 2003 і 2004 роках і трохи змінився влітку 2005 року. У цей період в раціоні кругляка помітно знизилося значення мідій, але зросла роль інших молюсків, а також риб. Як вже відзначалося, ці зміни можуть бути обу-

мовлені заморними явищами, що відбулися в акваторії острова у серпні 2005 року.

Згідно з даними літератури [8—11], бичок-кругляк живиться переважно молюсками, які становлять більше 60 % харчової грудки. В живленні молодих особин помітну роль також відіграють ракоподібні та поліхети. Дорослий кругляк є типовим молюскоїдом [9, 11]. Рибами рідко живляться тільки великі особини, переважно самці [9, 11].

Дослідження показали, що харчова активність бичка-кругляка в водах острова Зміїний, у першу чергу, спрямована на споживання мідій. Індекси вибірковості кругляка відносно цього молюска були максимальні протягом усього періоду досліджень і становили 15,0; 10,0; 16,1 і 17,5 % влітку 2004, 2005, 2007 і 2008 років, відповідно.

Елективність відносно мітілястера у кругляка виявилася також високою (16,7—22,0 %). Імовірно, це є наслідком незначної чисельності (менш 0,5 %) цього виду молюсків у прибережних донних біоценозах острова. Величини ІВ інших організмів (черви, ракоподібні і риби), частка яких за масою в донному угрупованні була менш значна, ніж мідії, у кругляка не перевищували 1,5 %.

Таким чином, результати досліджень не суперечать отриманим раніше даним щодо живлення кругляка у Чорному і Азовському морях та дещо відрізняються від таких, що визначені у Каспійському морі, де кругляк більше живиться ракоподібними, ніж молюсками.

#### Висновки

- 1. У прибережній зоні острова Зміїний раціон бичка-кругляка включав кормові об'єкти, які належать до 22 таксонів. В харчових грудках переважали мідія і мітілястер.
- 2. Максимальні величини загального індексу наповнення кишечнику у бичка-кругляка були у серпні  $(680,6^0/_{000})$ . Інтенсивність живлення поблизу острова влітку і восени була вищою, ніж у представників даного виду з інших районів Чорного моря.
- 3. Згідно величин індексу вибірковості, бичок-кругляк найбільшу перевагу у своєму раціоні віддає мідії (10,0—17,5 %) і мітілястеру (16,7—22,0 %).

#### Література

- 1. *Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть, 1966. 375 с.
- 2. Определитель фауны Черного и Азовского морей / Под. ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. К.: Наук. думка, 1968. Т. 1 437 с.; 1969. Т. 2. 536 с.; 1972. Т. 3. 340 с.
- 3. *Pinkas L., Oliphant M. S. & Iverson I. L. K.* Food habits of albacore, blue. n tuna and bonito in California waters. Calif. Dept. Fish. Game. Fish. Bull, 1971, (152). 105 p.
- 4. *Шорыгин А. А.* Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат, 1952. 268 с.
- 5. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
- 6. Borcea I. Revision systematique et distribution geographique des gobiides de la mer Noire et particulieremem des eau Roumain. Ibid.,(1933) 1934. 19, 1/4. P. 1—231.
- 7. Александров Б. Г. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Черного моря. Київ: Наук. думка, 2008. 343 с.
- 8. *Хирина В. А.* Материалы по питанию некоторых бентосоядных рыб в прибрежной зоне Черного моря у Карадага // Тр. Карадаг. биол. ст. 1950. Вып. 10. С. 53—65.

- 9. *Богачик Т. А.* Строение пищеварительной системы некоторых черноморских бычков (сем. Gobiidae) в связи с их питанием // Материалы Всесоюз. симпоз. по изуч. Черн. и Средиземн. морей, использ. и охране их ресурсов. Киев: Наук. думка, 1973. Ч. 2. С. 50—51.
- 10. Ковтун И. Ф., Некрасова М. Я., Ревина Н. И. О пищевых рационах и использовании кормовой базы бычком-кругляком Neogobius melanostomus (Pallas) в Азовском море // Зоол. журн. 1974. Вып. 5. С. 728—736.
- 11. *Страутман И. Ф.* Питание и пищевые взаимоотношения бычков семейства Gobiidae северо-западной части Черного моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Одесса, 1972. 26 с.
- 12. Андрияшев А. П., Арнольди Л. В. О биологии питания некоторых донных рыб Черного моря // Журн. общ. биол. 1945, № 1. С. 53—61.

#### В. В. Заморов <sup>1</sup>, С. М. Снигирев <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, каф. гидробиологии и общей экологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина <sup>2</sup> Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, Региональный центр экологического мониторинга природной среды, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

### ПИТАНИЕ БЫЧКА-КРУГЛЯКА NEOGOBIUS MELANOSTOMUS (PALLAS, 1814) В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ

#### Резюме

Изучен качественный и количественный состав питания бычка-кругляка в акватории острова Змеиный. Установлено, что рацион кругляка объединяет организмы 22 таксонов. Наиболее важными кормовыми объектами являются мидия и митилястер. Отмечена более высокая интенсивность питания кругляка в сравнении с бычками других районов Черного моря.

Ключевые слова: Neogobius melanostomus, питание, остров Змеиный, Черное море.

#### V. V. Zamorov 1, S. M. Snigiryov 2

 Odesa National Mechnykov University, Department of Hydrobiology and General Ecology, Dvoryanska Str., 2, Odesa, 65082, Ukraine
 Regional Centre for Environmental Monitoring, Dvoryanska Str., 2, Odesa, 65082, Ukraine

### FEEDING OF ROUND-GOBY *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* (PALLAS, 1814) IN THE COASTAL ZONE OF THE ZMEINYI ISLAND

#### Summary

The trophic spectrum of round-goby in the coastal zone of the Zmeinyi Island was presented. The ration of round-goby united organisms of 22 taxons. *Mytilus galloprovincialis* and *Mytilaster lineatus* were the most important feeding objects. It was pointed out that intensity of round-goby feeding in the coastal zone of the Zmeinyi Island was higher than feeding of gobies of other regions of the Black Sea.

Key words: Neogobius melanostomus, feeding, the Zmeinyi Island, the Black sea.

УДК [574.583:504.61](477.63)

В. О. Яковенко, доц. кафедри іхтіології та гідробіології, О. В. Федоненко, зав. кафедри іхтіології та гідробіології Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, кафедра іхтіології та гідробіології факультету біології та медицини, просп. Гагаріна, 72, Дніпропетровськ, 49010, Україна

# ЛІТОРАЛЬНИЙ ЗООПЛАНКТОН ДНІПРОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Встановлено, що найбільш вагомими природними факторами, що впливають на зоопланктон в умовах відкритої літоралі, є бактеріопланктон та кисень, а з токсичних сполук найнебезпечнішими виявились свинець, нікель, цинк, мідь та нафтопродукти. Проведено ранжирування якості води ділянок відкритої літоралі водосховища на підставі структурних показників зоопланктону.

**Ключові слова:** зоопланктон, стічні води, бактеріопланктон, кисень, Дніпровське водосховище.

Дніпровське водосховище постійно зазнає впливу неочищених та недостатньо очищених стічних вод, які потрапляють до акваторії з промисловими скидами численних підприємств [1]. Зі стоками у водойму надходять різноманітні речовини, які спроможні викликати структурно-функціональні зміни зоопланктонного угруповання, що відображається на тій частині рибопродуктивності, яка створюється у водосховищі за його рахунок. Стічні води, поступаючи до водойми, значною мірою розбавляються, за рахунок чого знижується їхній токсичний вплив. Вивчення показників зоопланктону у відкритій літоралі водосховища, включаючи зони впливу стічних вод, необхідне для виявлення чинників, які є визначальними у формуванні його структури на сучасному етапі існування водойми.

#### Матеріали і методи

Проби відбирали за стандартною методикою [2, 3] під час експедиційних виїздів на водосховище з травня по жовтень 2003—2005 рр. на 18 станціях літоралі Дніпровського та Самарського плесів. Під час відбору матеріалу застосовували планктонну сітку Апштейна (газ № 71, діаметр входного отвору 18 см), крізь яку фільтрували 50 або 100 л води. Для дослідження літорального зоопланктону були вибрані 3 біотопи: відкрита літораль, зарості рдеснику та очерету, які у водоймі є найбільшими за площею [1]. Станції відбору проб планували з урахуванням зон впливу стічних вод (рис. 1). Усього відібрано й опрацьовано 273 проби зоопланктону — по 91 у кожний з досліджуваних років.

Визначали якісний склад та кількісний розвиток мезозоопланктону, ступінь органічного забруднення — за чисельністю індикаторних видів зоопланктону з використанням індексу сапробності за Пантле—Букком [4].

Якість води ділянок водосховища за зоопланктоном визначали згідно рекомендаціям [5, 7]. Індекс інформативності видового різноманіття Шенона визначали за чисельністю зоопланктону.

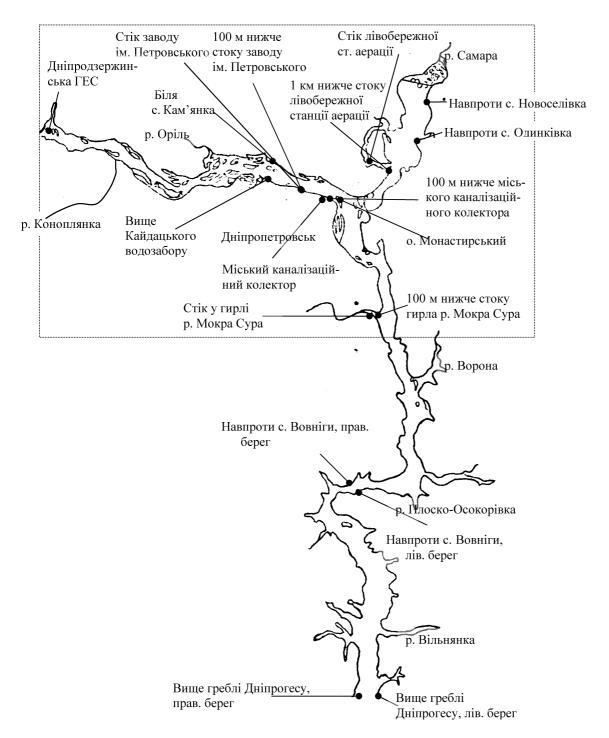


Рис. 1. Станції відбору проб літорального зоопланктону Дніпровського водосховища у 2003—2005 рр.

Домінуючі комплекси видів у зоопланктонних угрупованнях ділянок водосховища виділені за допомогою індексу ценотичної значущості певного виду (IЦЗ чи I), який розраховували за формулою

$$I = p\sqrt{B}$$
,

p — загальна зустрічаємість виду, %, B — його біомаса, г/м<sup>3</sup> [6].

Близькість отриманої кривої за IU3 до ідеальної логарифмічної кривої та ступінь вирівняності отриманих значень були розраховані за допомогою індексу детермінації  $R^2$ в програмі Statistica 6.0. Цей індекс змінюється від 0 до 1 у залежності від вирівняності.

При вивченні впливу природних та антропогенних чинників на якісний та кількісний склад зоопланктону визначали коефіцієнт кореляції (r) та його вірогідність. При аналізі досліджуваних компонентів використовувались дані співробітників лабораторії гідробіології науково-дослідного інституту біології Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара: з важких металів — Т. С. Шарамок, фітопланктону — А. С. Кириленка, нафтопродуктів та СПАР — Л. І. Цегельник, мікробіологічних показників — Л. А. Байдака, гідрохімічних показників — А. О. Калюжнюк, котрим виражаємо подяку.

Коефіцієнт кореляції, його вірогідність та вірогідність відмінності (на підставі значення коефіцієнту Стьюдента — Т) розраховували з використанням програмного пакету для персональних комп'ютерів «Microsoft Excel» згідно з рекомендаціями [7].

#### Результати досліджень та їх аналіз

Чисельність зоопланктону відносно чистих ділянок відкритої літоралі Дніпровського водосховища влітку 2003—2005 рр. складала в середньому 130,9 тис. екз/м³, біомаса — 558,1 мг/м³ (рис. 2).

За чисельністю впродовж періоду дослідження домінувала група Rotatoria — 39,8 %, за біомасою — Сорероdа — 49,8 %. У 2004 р., при найбільшому рівні розвитку зоопланктону, домінування Rotatoria досягало максимуму за чисельністю — 45,9 %, а Сорероdа — за біомасою — 55,5 %. Таким чином, саме в роки домінування груп Сорероdа та Rotatoria спостерігались найбільші показники кількісного розвитку планктофауни відкритої літоралі, що обумовлено здатністю видів цих груп пристосовуватись до умов забруднення [8].

Уповільнення течії було одним із головних факторів впливу на розвиток зоопланктону відкритої літоралі різних частин водосховища. Так, улітку середня чисельність зоопланктону цього біотопу верхньої частини Головного плеса водосховища дорівнювала 43,6 тис. екз/м³, нижньої — 187,1 тис. екз/м³, біомаса — відповідно 169,8 та 845,2 мг/м³. Ця різниця була вірогідною як за чисельністю, так і за біомасою: n=14, T=2,51 та T=2,22, відповідно, при p<0,05. Найбільш значно різнився розвиток Сорерода, відсоток яких за біомасою складав на верхній частині Головного плеса 36,2 %, на нижній — 52,4 %. Розвиток зоопланктону на відносно чистих ділянках літоралі за ступенем кормності відповідає категорії «низький» [5].

На мешканців літоралі водосховища помітно впливають стічні води, насичені токсичними речовинами. Найбільш значні витоки стічних вод водосховища розташовані навпроти заводу ім. Петровського, на міській набережній — у вигляді каналізаційного зливостоку, нижче гирла р. Мокра Сура, куди через балочну систему надходять забруднені стоки з очисних споруд правобережжя, а також біля Самарського плеса, у районі очисних споруд лівобережжя [1]. Дані,

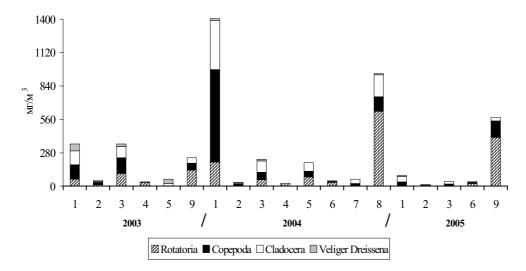


Рис. 2. Біомаса зоопланктону ділянок літоралі Дніпровського водосховища влітку 2003—2005 рр.: I — середнє значення відносно чистих ділянок відкритої літоралі; 2 — стік заводу ім. Петровського; 3 — 100 м нижче стоку заводу ім. Петровського; 4 — міський каналізаційний колектор; 5 — 100 м нижче міського каналізаційного колектору; 6 — стік очисних споруд Самарського плеса; 7 — 100 м нижче стоку очисних споруд Самарського плеса; 8 — 1 км нижче стоку очисних споруд Самарського плеса; 9 — стік очисних споруд у гирлі р. Мокра Сура

отримані на підставі аналізу зоопланктоценозів забруднених ділянок Головного плеса Дніпровського водосховища, показали, що розвиток зоопланктону цих ділянок значно різнився (див. рис. 2). Нижчі за середньорічні значення його біомаси були відмічені в стоці очисних споруд Самарського плеса, міському каналізаційному колекторі та в стоці заводу ім. Петровського, де середня біомаса дорівнювала 42,0, 30,1 та 30,8 мг/м³, відповідно. Розвиток зоопланктону на цих ділянках за ступенем кормності відповідає категорії «дуже низький» [5]. Серед забруднених ділянок найбільша біомаса зоопланктону була зафіксована на 1 км нижче стоку очисних споруд Самарського плеса та в гирлі р. Мокра Сура — 955,2 та 558 мг/м³, відповідно. На обох ділянках домінували представники Rotatoria рр. Asplanchna, Synchaeta, Brachionus, розвиток яких був викликаний значним вмістом органічної речовини в цих стоках. На вказаних ділянках, а також у скидах очисних споруд Самарського плеса частка Rotatoria від біомаси зоопланктону зростала до 86,3%, що свідчить про забруднення цих ділянок.

Біомаса зоопланктону забруднених та відносно чистих ділянок відкритої літоралі водосховища вірогідно відрізнялась:  $n=28,\,T=2,41,\,p<0,05$ . Незначні величини кількісних показників планктофауни, зафіксовані в стоках, пояснюються підвищеним вмістом у них токсичних речовин. Вірогідний негативний корелятивний зв'язок зафіксовано між біомасою зоопланктону та концентрацією у воді нафтопродуктів, у мг/л (r=-0,71), свинцю, у мг/л (r=-0,80), нікелю, у мг/л (r=-0,73), цинку, у мг/л (r=-0,70) та міді, у мг/л (r=-0,60) при p<0,05, що свідчить про пригнічуючий вплив відзначених полютантів на розвиток зоопланктону.

З інших показників найбільш виражену кореляцію зафіксовано між біомасою зоопланктону та чисельністю бактеріопланктону (r = -0.71), а також вмістом у воді кисню (r = 0.58). Коефіцієнт кореляції між розвитком фіто- та зоопланктону виявився нижчим 5 % рівня значущості. Послаблення залежності між роз-

витком фіто- та зоопланктону в прибережній зоні водосховища на відміну від його відкритих ділянок було викликано наявністю біля берегів великих скупчень синьозелених водоростей, розкладання яких справляє токсичну дію як на зоо-, так і на бактеріопланктон [9]. За таких умов більш вагомою виявляється залежність між бактеріо- та зоопланктоном, від'ємний знак якої вказує на виїдання зоопланктоном бактеріопланктону. Кореляція з киснем пояснюється зниженням цього показника в районах дії стоків до критичних значень, за яких відбувається пригнічення розвитку зоопланктону.

Індекс детермінації розподілу видів зоопланктону за ІЦЗ був високим у відносно чистих ділянках відкритої літоралі ( $R^2 = 0.87$ ); у міському каналізаційному колекторі та в стоці очисних споруд Самарського плеса цей показник знижувався:  $R^2 = 0.6$  та  $R^2 = 0.77$ , відповідно. Як показав ІЦЗ, це було обумовлено значним ступенем домінування коловерток-сапробіонтів із видовженою формою тіла. Однак екосистема водосховища має гарні можливості для самовідновлення: уже на відстані 100 м нижче каналізаційного колектора індекс детермінації дорівнював 0.92 (рис. 3). На цій ділянці при відновленні зоопланктонного угруповання домінування переходило від Rotatoria до Cladocera та Veliger *Dreissena*. На відносно чистих ділянках відкритої літоралі переважав вид *Eurytemora affinis*, а також Nauplii та Juvenis Copepoda (див. рис. 3, B).

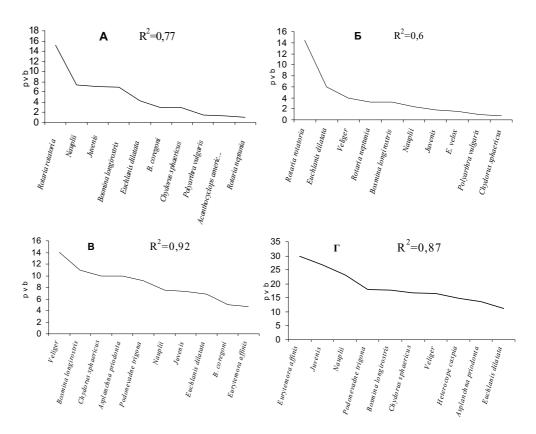


Рис. 3. Розподіл видів за ІЦЗ в угрупованні зоопланктону ділянок Дніпровського водосховища: A — стік очисних споруд Самарського плеса; E — міський каналізаційний колектор; E — 100 м нижче каналізаційного колектору; F — середнє за відкритою літораллю

Забруднені ділянки літоралі були проранжирувані за ступенем чистоти згідно з оцінкою якості води за зоопланктоном, де сапробність  $\epsilon$  визначальним критерієм (див. таблицю) [7].

Показники зоопланктону ділянок відкритої літоралі Дніпровського водосховища з різним ступенем антропогенного забруднення

Станції	Сапроб- ність	Кількість видів	Індекс Ше- нона, біт	Домінуючі види	Ступінь чистоти
Середнє за відкри- тою літораллю	1,68—1,83	22—33	2,6—3,3	Eurytemora affinis, Podonevadne trigona	Досить чисті
1 км нижче стоку очисних споруд Самарського плеса	1,75	28	3,05	Asplanchna priodonta, Bosmina longirostris	Досить чисті
100 м нижче стоку очисних споруд Самарського плеса	1,97	27	3,82	Asplanchna priodonta, Bosmina longirostris	Досить чисті
100 м нижче стоку заводу ім. Петровського	1,73—1,88	18—34	3,35—3,7	Podonevadne trigona, Eurytemora affinis	Досить чисті
100 м нижче сто- ку каналізаційно- го колектора	1,87—2,14	10—34	1,2—3,86	Bosmina longirostris Chydorus sphaericus	Слабко за- бруднені
Стік заводу ім. Петровського	2,07—2,4	10—18	2,0—3,1	Veliger, Bosmina longirostris	Слабко за- бруднені
Стік очисних споруд у гирлі р. Мокра Сура	2,51—2,72	14—20	1,06—2,37	Asplanchna priodonta, Eurytemora affinis	Слабко за- бруднені
Стік очисних споруд Самарського плеса	2,52—2,82	7—9	1,21—1,3	Rotaria rotatoria, Bosmina longirostris	Помірно за- бруднені
Міський каналіза- ційний колектор	2,56—2,84	9—14	1,18—1,3	Rotaria rotatoria, Euchlanis dilatata	Помірно за- бруднені

Найбільший індекс сапробності, найменші кількість видів та видове різноманіття були відзначені в стоці міського каналізаційного колектора та стоці очисних споруд Самарського плеса. Ці ділянки за ступенем чистоти належали до помірно забруднених. Ділянка стоку заводу ім. Петровського, на 100 м нижче міського каналізаційного колектора та стоку очисних споруд у гирлі р. Мокра Сура належали до категорії слабко забруднених, інші ділянки — до категорії досить чистих.

#### Висновки

- 1. Найбільш продуктивні види відкритої літоралі на сучасному етапі існування зоопланктоценозу водосховища належать до груп Rotatoria та Copepoda; це обумовлено їхньою більшою здатністю пристосовуватись до умов забруднення водосховища.
- 2. У відносно чистих ділянках відкритої літоралі водосховища розвиток зоопланктону можна визначити як «низький», у забруднених ділянках літоралі як «дуже низький».

- 3. Дефіцит кисню, а також зростання концентрації у воді важких металів та нафтопродуктів викликає пригнічення розвитку літорального зоопланктону. Обернена кореляція розвитку зоопланктону та бактеріопланктону обумовлена зворотним зв'язком між цими ланками харчового ланцюга.
- 4. У забруднених ділянках водосховища кількість видів та рівномірність розподілу видів за індексом ценотичної значущості знижується, а частка бделоїдних коловерток та індекс сапробності зростає.
- 5. Якість води за зоопланктоном на найбільш забруднених ділянках відкритої літоралі водосховища (стік міського каналізаційного колектора та стік очисних споруд Самарського плеса) визначена як «помірно забруднена», на інших ділянках відкритої літоралі як «досить чиста» та «слабко забруднена».

#### Література

- 1. Запорожское водохранилище / [А. И. Дворецкий, Ф. П. Рябов, Г. П. Емец и др.] Днепропетровск: Днепропетр. нац. ун-т, 2000. 170 с.
- 2. *Киселев И. А.* Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1 / И. А. Киселев. Л.: Наука, 1969. 656 с.
- 3. *Методические* рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Зоопланктон и его продукция. Л.: ЗИН, 1984. 35 с.
- 4. *Макрушин А. В.* Биологический анализ качества вод / А. В. Макрушин— Л., 1974. 50 с.
- 5. Оксиюк О. П. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. 1. Планктон / О. П. Оксиюк, Г. А. Жданова, С. Л. Гусынская, Т. В. Головко // Гидробиологический журнал. 1994. Т. 30, № 3. С. 26—31.
- 6. *Мордухай-Болтовской Ф. Д.* Методика изучения биоценозов внутренних водоемов / Ф. Д. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 240 с.
- 7. *Методика* екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [В. Д. Романенко, В. М. Жукінський, О. П. Оксіюк та ін.] К.: Символ-Т, 1998. 28 с.
- 8. *Брагинский Л. П.* Пресноводный планктон в токсической среде / Л. П. Брагинский, И. М. Величко, Е. П. Щербань. К.: Наук. думка, 1987. 179 с.
- 9. *Lampert W*. Laboratory studies on zooplankton-cyanobacteria interactions / W. Lampert // Journal of Marine Freshwater Research. 1987. V. 21. P. 483—490.

#### В. О. Яковенко, О. В. Федоненко

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, кафедра ихтиологии и гидробиологии факультета биологии и медицины, просп. Гагарина, 72, Днепропетровск, 49010, Украина

### ЛИТОРАЛЬНЫЙ ЗООПЛАНКТОН ДНЕПРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ

#### Резюме

Установлено, что наиболее значимыми естественными факторами, влияющими на зоопланктон в условиях открытой литорали, являются бактериопланктон и кислород, а из токсических соединений наиболее негативно влияющими оказались свинец, никель, цинк, медь и нефтепродукты. Проведено ранжирование качества воды участков открытой литорали водохранилища по структурным показателям зоопланктона.

**Ключевые слова:** зоопланктон, сточные воды, бактериопланктон, кислород, Днепровское водохранилище.

#### V. O. Yakovenko, O. V. Fedonenko

Dniepropetrovsky State University after Oles Gonchar, Department of Ichtiology and Hydrobiology, Gagarina Brt., 72, Dnipropetrovsk, 49010, Ukraine

## LITTORAL ZOOPLANKTON OF THE DNIEPROVSKE RESERVOIR UNDER THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC PRESSURE

#### Summary

It has been found out that in under conditions of non-grown littoral zone, bacterioplankton and oxygen are the most meaningful natural factors, influencing zooplankton. Such toxic compounds as oil products, lead, nickel, zinc and copper influence zooplankton in great degree negatively as well. Ranging of water quality of open littoral zones of the Dnieprovske reservoir has been carried out on the basis of structural zooplankton indices.

Key words: zooplankton, sewage, bacterioplankton, oxygen, the Dnieprovskoe reservoir.



## 300ЛОГІЯ



УДК 598.28/.29:575.21:574.91

**Ю. Н. Олейник,** канд. биол. наук, доцент, Д. **А. Кивганов,** канд. биол. наук, доцент Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра зоологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ ВОРОБЬИНЫХ ПТИЦ (AVES, PASSERIFORMES), МИГРИРУЮЩИХ ЧЕРЕЗ ОСТРОВ ЗМЕИНЫЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Установлены величины изменчивости экстерьерных признаков воробьиных птиц в период миграции осенью 2008 и весной 2009 гг. в районе о. Змеиный. Охарактеризована направленность абсолютной изменчивости признаков в зависимости от их величины. Коэффициент вариации исследованных признаков колеблется в пределах от 1,1 до 7,2%.

Ключевые слова: Passeriformes, изменчивость, миграции, о. Змеиный.

Одним из направлений изучения изменчивости признаков особей в популяции является морфологическая изменчивость, которая может быть исследована как с точки зрения разнообразия ее проявлений (линейная, весовая и т. п.), так и форм (хронографическая, биотопическая и т. п.) [1]. Вариабельность экстерьерных признаков определяет возможность дифференциации подвидов, например у ремеза [2], а также экологически близких видов [3]. Анализ изменчивости качественных и количественных признаков позволяет разграничить группы птиц, обитающих в разных ландшафтно-климатических условиях [4, 5], выделить в популяции группировки гнездящихся и пролетных птиц [2, 5].

Исходя из этого, изучение изменчивости морфологических признаков птиц на миграционных путях, вдоль которых происходит перемещение птиц не только разных популяций одного вида, но и разных видов, открывает широкие возможности с позиций популяционной морфологии к решению задач подобного характера [6].

Одним из известных пунктов в северо-западной части Черного моря, через который пролегли миграционные пути птиц, является остров Змеиный, расположенный в 35 км восточнее дельты Дуная. Птицы, мигрирующие через о. Змеиный в осенний и весенний период к местам своих зимовок и гнездования, представлены в основном воробьиными. Характер этих миграций отражен в многочисленных работах орнитологов [7—16]. Разнообразие проявлений, форм изменчивости морфологических признаков мигрирующих птиц оставалась вне поля зрения исследователей. Это и определило цель нашего исследования — изучить изменчивость морфологических признаков воробьиных птиц, мигрирующих через остров Змеиный.

#### Материал и методы исследования

Материалом послужили результаты измерений птиц, полученные в ходе отлова и кольцевания птиц на острове Змеиный в октябре 2008 и мае 2009 годов. Всего подвергнуто морфометрической обработке 2498 особей птиц.

В ходе исследования измеряли длину крыла (от карпального сустава до вершины наиболее длинного первостепенно махового пера на сложенном, ровном крыле), хвоста (от места выхода из кожи стержней средних рулевых перьев до вершины самых длинных рулевых перьев), цевки (от вырезки между tibia и тетатичи во основания среднего пальца) и клюва (от переднего края ноздри до вершины клюва), а также кондилобазальную длину черепа птиц (КДБ) (от наиболее выступающей части затылочной кости до вершины клюва). Измерения проводились штангенциркулем с точностью до десятых долей миллиметра. Для каждого из видов птиц результаты измерений группировали отдельно по возрасту и полу. В малочисленных выборках разделение по полу и возрасту не проводили.

Статистическая обработка материала включала предварительную процедуру проверки полученных результатов измерения на соответствие закону нормального распределения с помощью критерия Шапиро—Уилки и критерия Колмогорова—Смирнова. Абсолютную изменчивость оценивали по среднему квадратическому (стандартному) отклонению ( $\sigma$ ), а относительную — по коэффициенту вариации (CV). При проведении попарных сравнений исследуемых групп вычисляли критерий Стьюдента с обязательной проверкой однородности дисперсий (критерий Левена) и критерий Манна—Уитни (U). Последний критерий позволяет выявлять различия между малыми выборками, когда  $n_1 \times n_2 \geqslant 3$ , или  $n_1 = 2, n_2 \geqslant 5$  [17]. Для проведения статистического анализа использованы demo-версии программы Statistica 6.0 и пакета прикладных программ Stadia 7.0.

#### Результаты исследования и обсуждение

Данные литературы по вариабельности длины крыла, хвоста, плюсны, клюва птиц ограничены и, чаще всего, относятся к хозяйственно важным видам. В сводках по систематике обычно указываются лишь предельные значения этих параметров. Для оценки популяционной изменчивости перечисленных признаков этого недостаточно. Биологическая статистика для данных целей предлагает использовать среднее квадратическое (стандартное) отклонение ( $\sigma$ ) или дисперсию ( $\sigma$ <sup>2</sup>), коэффициент вариации (CV).

Полученные результаты позволяют охарактеризовать морфологическую изменчивость экстерьерных признаков 25 видов воробьиных птиц.

Все исследованные признаки по величине среднего квадратического отклонения разделились на две группы. В первую с разбросом величин у от 1,38 до 4,8 мм попали длина крыла и хвоста — признаки, функционально связанные с полетом. Единственное исключение из этого — стандартное отклонение длины крыла у неполовозрелых особей королька желтоголового (*Regulus regulus* L.) ( $\sigma = 0.9$ —1,0) (рис. 1). Абсолютные размеры крыла при этом у самцов существенно больше, чем у самок (t = 9.65; p < 0.001). Наибольшая изменчивость крыла отмечена у дрозда черного (*Turdus merula* L.) ( $\sigma = 4.0$ ) и зяблика (*Fringilla coelebs* L.) ( $\sigma = 3.8$ ). Подобным образом у исследованных видов воробыных птиц изменяется и стандартное отклонение параметра «длина хвоста».

В целом тренд средних квадратичных отклонений этих параметров у исследуемых видов характеризуется восходящей направленностью — увеличение длины крыла и хвоста сопровождается ростом их абсолютной изменчивости (рис. 2). При этом угол наклона линии тренда «о» длины крыла несколько меньше, что связано, по-видимому, с более «...тесной зависимостью функциональной значимости органа (крыла) и его размерами...» [4].

Вторую группу сформировали признаки (длина цевки, клюва и КДБ), связанные с питанием птицы и передвижением по земле. Абсолютная изменчивость

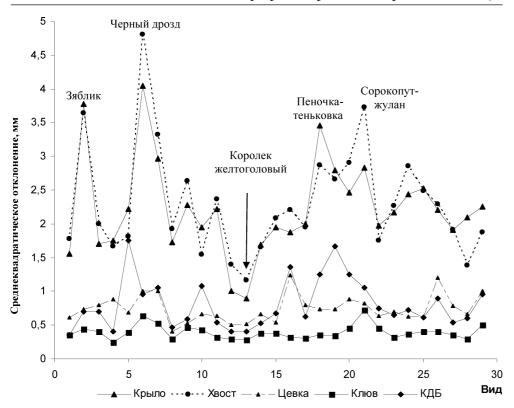


Рис. 1. Величина изменчивости ( $\sigma$ ) экстерьерных признаков воробьиных птиц (осень 2008 и весна 2009 гг.):

Виды: I — завирушка лесная (juv.); 2 — зяблик; 3 — горихвостка обыкновенная; 4—5 — горихвостка-чернушка ( $\sigma$  и  $\phi$ ) (juv.); 6—7 — дрозды: черный (juv.), певчий (juv.); 8—9 — славки: завирушка (juv.), черноголовая (juv.); 10 — крапивник; 11 — лазоревка; 12—13 — королек желтоголовый ( $\sigma$  и  $\phi$ ) (juv.); 14—15 — мухоловки: малая (juv.), серая (ad); 16—17 — зарянка: juv. и ad; 18—19 — пеночки: теньковка, весничка; 20—21 — сорокопут-жулан ( $\sigma$  и  $\phi$ ) (ad.); 22 — пересмешка зеленая (ad); 23—25 — славки: садовая (ad), серая (ad), ястребиная (ad,  $\sigma$ ); 26 — соловей обыкновенный (ad); 27 — камышевка болотная (ad); 28 — луговой чекан (ad); 29 — трясогузка желтая (ad)

этих признаков не выходит за границы 1,36 мм. И только пеночка-весничка (*Phylloscopus trochilus* L.) и самки горихвостки-чернушки (*Phoenicurus ochruros* Gm.) имели более высокие показатели абсолютной изменчивости КДБ (соответственно 1,67 и 1,75 мм).

Наименьшими величинами «о» среди экстерьерных признаков характеризуется показатель «длина клюва», величина стандартного отклонения которого не превышает единицы, и у подавляющего числа видов значительно ниже. Только у черного дрозда этот показатель почти вдвое — втрое больше ( $\sigma = 0.90$ ), чем у большинства исследованных нами видов птиц. Повышенная изменчивость длины клюва у данного вида может быть обусловлена разными причинами, в том числе неоднородностью мигрирующих группировок, которые образуются при совместной миграции птиц из разных популяционных группировок.

Подтверждением существования группировок, отличающихся разной величиной признака, может служить уменьшение длины крыла у ястребиной славки (*Sylvia nisoria* Bechst.) в процессе миграции через о. Змеиный (май 2009 г.)

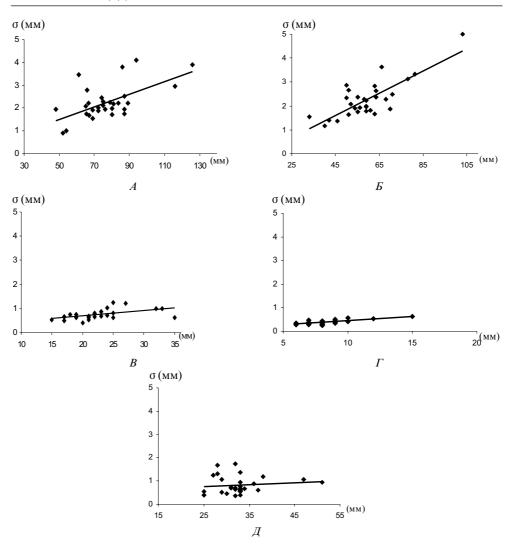


Рис. 2. Общая направленность изменений среднего квадратического отклонения в зависимости от величины признака у птиц: A — длина крыла; B — длина хвоста; B — длина цевки;  $\Gamma$  — длина клюва;  $\mathcal J$  — кондилобазальная длина черепа

(рис. 3). Статистическая значимость различий в данном случае не доказана (t=0.17, p>0.05).

Величина и характер распределения относительной изменчивости, оцениваемая коэффициентом вариации (CV), исследованных общегабитуальных признаков птиц иное. Относительная вариабельность экстерьерных признаков исследованных воробьиных птиц в целом колеблется в пределах от 1,1 до 7,2%. Размах варьирования CV разных признаков большей частью перекрывается между собой, а наибольшие колебания вариабельности установлены для кондилобазальной длины черепа (1,1—6,0%) (рис. 4). Высокий показатель вариабельности данного признака, скорее всего, отражение суммарного эффекта изменчивости размеров мозговой и лицевой (клюв) части черепа.

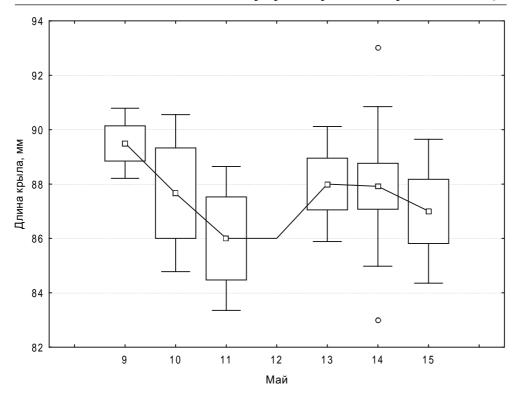


Рис. 3. Динамика изменения длины крыла у славки ястребиной (май 2009 г.)

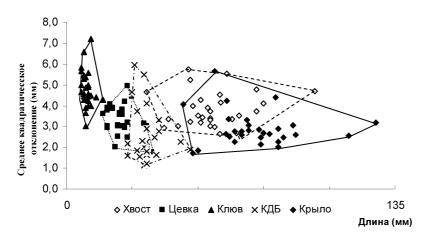


Рис. 4. Коэффициент вариации экстерьерных признаков воробьиных птиц

К. Паавер [18] считает, что коэффициент вариации отражает не только суммарный эффект различных генетических, экологических и эволюционных процессов, происходящих в популяции, а также и морфо-физиологические особенности развития особей. Так, у птиц в мозговой части черепа швы срастаются уже в первые дни после вылупления, тогда как формирование дефинитивных особенностей клюва завершается значительно позже. Например, у молодых зарянок

(*Erithacus rubecula* L.) в период осенней миграции 2008 г. средняя длина клюва равнялась  $7,18\pm0,01$  мм, тогда как половозрелые особи имели существенно более длинный клюв —  $7,72\pm0,03$  мм (U=20230, p<0,0001). Растянутое во времени формирование этого признака — одна из причин повышенной вариабельности длины клюва (CV = 3,0—7,2 %). Как подтверждение приведем полученные нами данные относительно вариабельности длины клюва у зарянки (осень 2008 г.): у молодых CV равен 4,5 % (n=443), у взрослых — 3,9 % (n=131).

Общая тенденция изменения CV экстерьерных признаков в зависимости от их размерности у исследованных нами воробьиных птиц имеет нисходящий характер. В то же время наклон линии, отражающей эту тенденцию для каждого из параметров, в целом незначителен. Ранее ряд авторов [1, 18], рассматривая влияние размерности признака на абсолютную величину CV, также пришли к выводу, что с увеличением средней величины параметра значение CV уменьшается, хотя такая зависимость и не является сильной.

Наименьший угол наклона нисходящего тренда CV характерен для параметра «длина крыла», подчеркивая тем самым его большую стабильность в период миграции в сравнении с другими признаками у птиц разных видов независимо от их размеров. Учитывая важную функциональную роль крыла в осуществлении полета, можно предположить сильное давление со стороны стабилизирующего отбора.

Относительная изменчивость признаков колеблется в широких пределах в зависимости от характера признака и различных факторов, воздействующих на особей данной популяции. Так, Э. Майр и соавт. [19] приводят данные о величине СV крыла, хвоста и клюва, полученные при измерении половозрелых самок зимородка (*Halcyon chloris pealei* Finsh et Harlaub), достигающей 4,5 %. Как отмечают авторы [19], в тщательно измеренных однородных выборках взрослых птиц CV длины крыла равен 1,0—2,5 %, хотя иногда превышает 3 %. С другой стороны, изменчивость экстерьерных признаков у некоторых видов птиц (например, трясогузок — *Motacilla*) выражается величиной CV в пределах от 1 до 25 % [20]. В таком контексте полученные нами результаты о характере и величине изменчивости, вариабельности экстерьерных признаков отдельных видов воробьиных птиц (например, зяблик, пеночка-теньковка, черный дрозд) могут быть истолкованы двояко. Либо повышенная изменчивость является отличительной чертой того или иного вида, либо это результат неоднородности исследуемой выборки, формируемой при отлове случайным образом из особей, представляющих разные пространственно-географические группировки. Подтверждением последнего утверждения может послужить сравнение наших данных с результатами, полученными в других регионах. Так, по данным А. В. Тихомирова и А. А. Ширшова [5], у самцов зяблика в Чувашии (Россия) в период миграций и кочевок (август—сентябрь) СУ крыла составляет 1,98 %, в Воронежской области (гнездовая популяция) — 2,27 % [21]. У зяблика, мигрирующего осенью через о. Змеиный, CV крыла почти в 2-2,5 раза выше (4,4%), что позволяет говорить о более существенной неоднородности группировки данного вида, вызванной перемешиванием особей из разных популяций. Подобного рода результаты, характеризующие клинальность в варьирования признаков, в частности у лесного конька (Anthus trivialis L.), получены Е. Д. Яблонской [22]. Как показано этим автором, существует математически описываемая закономерность изменения величин некоторых морфологических параметров (длина крыла и клюва) как в широтном, так и в долготном направлениях. Ранее Л. Н. Добринский [4] на основе анализа большого материала по изменчивости морфофизиологических признаков птиц показал, что у некоторых видов степень вариабельности интерьерных признаков четко отличается у северных и южных популяций.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что имеющийся в нашем распоряжении материал указывает на наличие существенной индивидуальной изменчивости морфологических признаков у птиц, мигрирующих через о. Зменный. Причиной этому может служить, прежде всего, смешение птиц, представляющих разные внутривидовые группировки.

Особенности вариабельности, различия экстерьерных признаков, отмеченные нами пока только у некоторых видов в однородных половых (желтоголовый королек) и возрастных (зарянка) группировках птиц, лишний раз подчеркивают необходимость пристального внимания к изучению этих и других форм изменчивости, определению их вклада в общую изменчивость признака. Выяснение направленности этой изменчивости, ее проявлений и форм открывает широкие возможности в изучении структуры популяций птиц, выяснению их внутривидовой иерархии.

#### Выводы

- 1. У воробьиных птиц, мигрирующих через о. Змеиный, наибольшие значения показателя абсолютной изменчивости установлены в отношении длины крыла и хвоста (1,38—4,8 мм). Тренд средних квадратичных отклонений этих параметров у исследуемых видов характеризуется восходящей направленностью.
- 2. Относительная изменчивость экстерьерных признаков исследованных воробьиных птиц, оценивавшаяся по CV, колеблется в пределах от 1,1 до 7,2%. Наибольший размах вариабельности установлен для КДБ (1,1—6,0%). Повышенной изменчивостью экстерьерных параметров характеризуются прежде всего неполовозрелые особи.

#### Литература

- 1. Яблоков А. В. Изменчивость млекопитающих. М.: Наука, 1966. 363 с.
- 2. *Завьялов Е. В., Табатишин В. Г.* Распространение форм обыкновенного ремеза (Remiz pendulinus) в Нижнем Поволжье // Вестник зоологии. 2002. Т. 36. № 4. С. 35—40.
- 3. Завьялов Е. В., Табаппилин В.  $\Gamma$ . Эколого-морфологическая характеристика зимующих на севере Нижнего Поволжья чечеток // Поволжский экологический журнал. 2006. № 2/3. С. 183—187.
- 4. Добринский Л. Н. Динамика морфофизиологических особенностей птиц. М.: Наука, 1981.-123 с.
- 5. Тихомирова А. В., Ширшов А. А. Изменчивость некоторых экстерьерных признаков зяблика (Fringilla coelebs L.) в Чувашском Заволжье // Муниципальные и региональные аспекты экологической безопасности как основы устойчивого развития: Материалы республиканской научно-практической конференции (Новочебоксарск, 10 декабря 2003 г.) Чебоксары: Клио, 2004. С. 153—163.
- 6. Яблоков А. В. Популяционная морфология пути развития и очередные задачи // Проблемы развития морфологии животных. М.: Наука, 1982. С. 90—112.
- 7. *Корзюков А. И.* Ночные миграции птиц над северо-западной частью Черного моря // Вестник зоологии. 1979. № 3. С. 74—76.
- 8. Корзюков А. И. Изучение миграций птиц в северо-западном Причерноморье с целью предупреждения столкновений с ними самолетов // Миграции и практическое значение птиц Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1980. С. 45—51.
- 9. Корзюков А. И. О поведении некоторых видов птиц, мигрирующих через остров Змеиный в Черном море // Бюллетень Московского общества испыт. природы. 1981. Т. 86. Вып. 6, отд. биологический. С. 33—35.

- 10. Корзюков А. И. Трансконтинентальные связи мигрантов северо-западного Причерноморья // XVIII Международный орнитологический конгресс: Тез. докл. и стенд. сообщ. М.: Наука, 1982. С. 181.
- 11. *Корзюков А. И.* Изучение массовых перемещений птиц в северо-западном Причерноморье с целью предупреждения их столкновений с самолетами // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Кишинев, 1983. 24 с.
- 12. Корзюков А. И. Изучение миграций птиц над акваторией северо-западной части Черного моря и сопредельными территориями с целью предупреждения столкновений их с самолетами // Защита материалов и технических устройств от птиц. М.: Наука, 1984. С. 139—143.
- 13. Корзюков А. И. Изучение миграций птиц в прибрежных районах северо-западного Причерноморья и над акваторией Черного моря // Кольцевание и мечение птиц в России и сопредельных государствах (1986—1987 гг.). М.: Наука, 1994. С. 68—72.
- 14. *Корзюков А. І.* Острів Зміїний // ІВА території України (території, важливі для збереження видового різноманіття та кількісного багатства птахів). Київ, 1999. С. 208—209.
- 15. Корзюков А. І., Ківганов Д. А., Омельчук І. Ю. Острів Зміїний одна з важливих територій для збереження біологічного різноманіття // Біорізноманіття: сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку: Зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф. (28—29 жовтня 2004 р.). Полтава, 2004. С. 134—136.
- 16. Корзюков А. И., Кивганов Д. А., Яковлев М., Омельчук И. Наземная фауна острова Змеиный // Причерноморський екологічний бюлетень: Проблемы рационального использования ресурсов природных систем устьевой области Дуная и острова Змеиный. Одесса, 2006. № 3—4 (21—22), ч. 2. С. 341—350.
- 17. *Сидоренко Е. В.* Методы математической обработки в психологии. СПб.: Речь, 2002. 350 с.
- 18. Паавер К. Изменчивость остеонной организации млекопитающих (Опыт динамического подхода к морфологической структуре). Таллинн: Валгус, 1973. 244 с.
- 19. *Майр* Э., *Линсли* Э., *Юзингер Р*. Методы и принципы зоологической систематики. М.: ИЛ, 1956. 352 с.
- 20. *Береговой В. Н.* Географическая изменчивость интерьерных признаков трех видов рода *Motacilla //* Зоол. журнал. 1964. Т. 43. № 9. С. 1361—1365.
- 21. Венгеров П. Д. Экологические закономерности изменчивости и корреляции морфологических структур птиц. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2001. 246 с.
- 22. Яблонская Е. Д. О клинальной изменчивости некоторых морфологических параметров лесного конька // Беркут. 1993. Т. 2. С. 31—33.

#### Ю. М. Олійник, Д. А. Ківганов

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра зоології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

# MIHЛИВІСТЬ ЕКСТЕР'ЄРНИХ ОЗНАК ГОРОБИНИХ ПТАХІВ (AVES, PASSERIFORMES), МІГРУЮЧИХ ЧЕРЕЗ ОСТРІВ ЗМІЇНИЙ (ЧОРНЕ МОРЕ)

#### Резюме

Встановлена величина мінливості екстер'єрних ознак тіла горобиних птахів в період міграції восени 2008— навесні 2009 рр. в районі о. Зміїний. Охарактеризована спрямованість абсолютної мінливості ознак залежно від їх величини. Коефіцієнт варіації досліджених ознак коливається в межах від 1,1 до 7,2 %.

Ключові слова: Passeriformes, мінливість, міграції, о. Зміїний.

#### Y. N. Oleinik, D. A. Kivganov

Odessa National Mechnikov University, Department of Zoology, Dvoryanskaya Str., 2, Odessa, 65082, Ukraine

# VARIABILITY OF EXTERIOR CHARACTERES OF PASSERIFORMES BIRDS (AVES, PASSERIFORMES) MIGRANTING THROUGH THE ZMEINY ISLAND (THE BLACK SEA)

#### Summary

The variability exterior attributes of a body of passeriformes birds during their migration in autumn 2008 — spring 2009 in the area of the Zmeiny island is determined. The direction of absolute variability of the signs is described depending on the size of the species. The variation coefficient of investigated species ranges scope from 1.1 to 7.2 %.

Key words: Passeriformes, variability, migrations, the Zmeiny island.

УДК 574.91

В. П. Стойловський, д-р біол. наук, профессор,

Д. А. Ківганов, канд. біол. наук, доцент,

А. І. Корзюков, канд. біол. наук, доцент,

О. О. Форманюк, мол. наук. співр.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра зоології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

# ДИНАМІКА ПРОЛЬОТУ ПТАХІВ ЧЕРЕЗ ОСТРІВ ЗМІЇНИЙ (ЧОРНЕ МОРЕ) ВОСЕНИ 2008 р. ТА НАВЕСНІ 2009 р.

Показана динаміка осіннього (2008 р.) та весняного (2009 р.) прольоту птахів через о. Зміїний, переважно горобцеподібних. Вилов птахів павутинними сітками в цілому відображає тенденцію змін кількості птахів на острові, за винятком днів з сильним вітром.

Під час осінньої експедиції 2008 р. у виловах домінували вільшанка (55,6 %), вівчарик-ковалик (8 %), волове очко (7,8 %), мухоловка мала (5,8 %), дрізд співочий (4 %). Навесні 2009 р. найбільш масовими видами були ластівка сільська, вівчарики ковалик та весняний, соловейко східний. Під час експедиції у виловах домінували кропив'янка чорноголова (24,2 %), соловейко східний (19,8 %), кропив'янка садова (13,9 %).

Ключові слова: міграції птахів, о. Зміїний, Чорне море.

Як відомо, в період весняних та осінніх переміщень птахів острів Зміїний знаходиться на шляху потужного міграційного потоку. Це один з так званих арістотелівських рукавів міграцій, відомий у літературі як *Via Pontica*. Через острів щорічно проходять сотні тисяч мігруючих птахів, частина з яких зупиняється тут на ночівлю і короткочасний відпочинок.

Орнітологічні дослідження на острові Зміїний останні десятиліття проводяться фахівцями Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Встановлено, що авіфауна острова представлена 262 видами птахів, що становить близько 65 % всієї орнітофауни України і близько 55 % орнітофауни Європи.

Вивчення особливостей міграційних переміщень птахів в осінньо-зимовий та весняно-літній періоди над о. Зміїний є дуже важливим з точки зору з'ясування сучасного складу орнітологічної фауни, яка сформувалася в останні десятиліття. Крім того, численні трансконтинентальні зв'язки мігруючих птахів замикають різноманітні у функціональному та зоогеографічному плані різновіддалені ділянки ареалів. Їх аналіз дасть можливість простежити характер перебування в них різних екологічних груп птахів, їх просторові та часові параметри.

З огляду на географічне положення острова та його відносно невелику віддаленість від берегової лінії (30—40 км), тут є всі умови для проведення орнітологічних спостережень за птахами, які мігрують навесні з Африканського континенту в Європу і восени у зворотному напрямку (Корзюков, 1996а, 1999; Корзюков та ін., 2004; Korzyukov, 1999). Стає можливим простежити трансмісивну роль птахів з точки зору медичного та епідеміологічного аспектів. У період міграцій може відбуватися розповсюдження збудників захворювань

між птахами, що  $\varepsilon$  компонентами різних екосистем. Особливе епідеміологічне значення мають контакти перелітних і осілих, особливо синантропних і полусинантропних видів птахів. Птахи, що живуть на острові Зміїний постійно, або в деякі періоди (напр., горобці, мартини, баклани), знаходяться в тісному контакті з мігрантами і можуть втягуватись в циркуляцію інфекції. Не менш важливими в цьому контексті  $\varepsilon$  контакти перелітних птахів з домашніми і здичавілими ссавцями, які також живуть на острові (Русев, 2000).

Співробітники кафедри зоології ОНУ проводять спостереження міграцій птахів на острові Зміїний вже більше 30 років, а з 2003 р. на острові проводяться регулярні комплексні дослідження біоти острова. Тому метою цієї роботи було дослідити динаміку перельоту птахів через острів Зміїний восени 2008 р. та навесні 2009 р.

#### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводились протягом 23 днів восени 2008 р. (30.09—22.10) та 10 днів навесні 2009 р. (07—17.05). Вилов птахів проводили за допомогою павутинних сіток, які встановлювали в південно-західній частині острову, яка є більш піднесеною над рівнем моря, в районі маяка. Вибір місця встановлення сіток пов'язаний з меншою кількістю людей в ціїй частині острова і, відповідно, меншим антропогенним тиском. Всього встановлювали 9 павутинних сіток з вічком 14 мм. Одна з цих сіток була довжиною 15 м, інші — 10 м. Сітки відкривали за годину до світанку, вилов проводили протягом всього світлого часу. Через постійні вітри в період експедицій сітки були встановлені на місцевості таким чином, щоб при різних напрямках вітру працювало 2—5 сіток. При силі вітру більше 15 м/с повітря оминає всі перешкоди, тому вилови в такі дні були неможливі.

Виловлених птахів кільцювали, знімали основні морфологічні показники, досліджували на наявність паразитів та випускали.

Паралельно проводили обліки всіх птахів на острові, обходячи його по периметру (довжина маршруту біля 1,5 км). Невелика площа острова (біля 19 га), використання біноклів та фотоапаратів з довгофокусною оптикою дозволили проводити досить повні обліки — як в кількісному, так і в якісному аспекті.

#### Результати дослідження та їх обговорення

За багаторічними спостереженнями (Drost, 1930; Корзюков, 1978, 1979, 1980, 1982в, 1983, 1984а, б, 1991, 1994, 2000; Корзюков и др., 2006) *осіння міграція* через острів Зміїний характеризується масовістю й розтягнутістю строків прольоту. Більша частина птахів летить у нічний час. Інтенсивність нічної міграції нерівномірна — вона коливається від прольоту сотні птахів протягом ночі до декількох тисяч у плині декількох годин.

Найбільша активність горобцеподібних птахів відзначалася на острові в ранкові години, відразу після світанку. Другий пік, що значно поступається першому, спостерігався у вечірні години, перед заходом сонця.

В 2008 році спостереження за осінньою міграцією проводили з кінця вересня по третю декаду жовтня (рис. 1, 2). Для встановлення, наскільки кількість птахів у виловах є показником інтенсивності міграції, паралельно проводили обліки птахів на острові шляхом маршрутного обліку. Як видно з рисунку 2, основні закономірності коливання кількості птахів у виловах та при обліках співпадають (перші та останні дні треба відкинути, бо там були суто технічні проблеми з виловом).

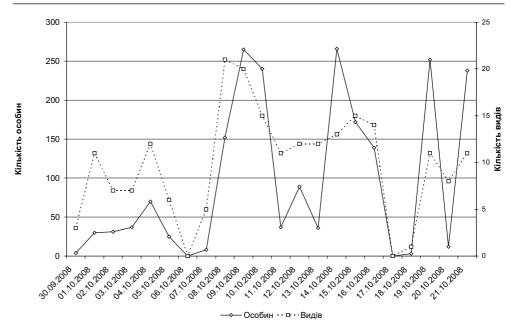


Рис. 1. Динаміка виловів мігруючих птахів на о. Зміїному восени 2008 р.

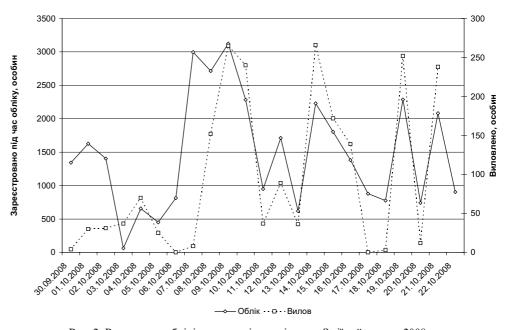


Рис. 2. Результати обліків та виловів птахів на о. Зміїний восени 2008 р.

Міграція була досить повільною, але з 8 по 20 жовтня пройшла основна хвиля міграції (деякі «провали» на графіках пов'язані з днями різкого погіршення синоптичних умов — сильним вітром, дощем і т. ін.). Максимальні піки міграції спостерігалися 8, 10, 14, 19, 21 жовтня — на острові було зафіксовано більше 2 тисяч птахів, а 7 та 10 — біля 3 тисяч птахів.

Вже впродовж багатьох років досліджень на острові орнітологами реєструються рідкісні, залітні або нові для фауни України види птахів (Корзюков, 1981; 1982а, б; Корзюков, Кивганов, 2004; Корзюков, Яковлев, 2006а, б; Корзюков и др., 2007; Полуда и др., 2004). В жовтні 2008 р. було зафіксовано декілька рідкісних для регіону видів птахів — вівчарики: бурий (*Phylloscopus fuscus*), тьмяний (*Phylloscopus humei*), лісовий (*Phylloscopus inornatus*), золотомушковий (*Phylloscopus proregulus*). Вперше на острові зареєстровано горіхівку (*Nucifraga caryocatactes*), щедрика (*Serinus serinus*).

Беззаперечним лідером осінньої міграції виявилася вільшанка (*Erithacus rubecula*) — 55,6% від всіх виловлених птахів. Далі з величезним відривом йдуть такі види, як вівчарик-ковалик (*Phylloscopus collybita*) — 8%, волове очко (*Troglodytes troglodytes*) — 7,8%, мухоловка мала (*Ficedula parva*) — 5,8%, дрізд співочий (*Turdus philomelos*) — 4%. Інші види у виловах склали менше 4%.

У другій половині жовтня комахоїдні види птахів поступово замінювалися зерноїдними в'юрковими та вівсянковими, а також почалася інтенсивна міграція граків (*Corvus frugilegus*). Видове різноманіття в цілому коливалося з тією же закономірністю, що й кількість зареєстрованих особин — в дні масових перельотів фіксувалася й максимальна кількість видів.

Як показує аналіз проведених досліджень, *весняна міграція* ряду птахів починається в другій половині лютого й більшість представників цього потоку є з ряду гусеподібних (качки, гуси, лебеді та ін.), пірникозоподібних, а також мартини й лиски. Основна ж маса видів птахів починає активну міграцію в другій половині березня. Це відноситься до таких масових видів, як граки й інші горобцеподібні, зокрема, в'юркові.

Оскільки більшість горобцеподібних, що летять через острів, відносяться до теплолюбних й харчуються комахами, то експедиційні виїзди планувалися на квітень — травень, коли погодні й кормові умови дозволяють почати міграцію основній масі мігруючих птахів зазначених груп. На жаль, через ремонт пароплава експедиційний виїзд було здійснено вже на початку травня, але деяку інформацію було надано співробітниками маяку острова, які постійно допомагають кафедрі зоології ОНУ в дослідженнях птахів на острові, мають досвід польового визначення птахів.

У весняний період 2009 р. найбільш масовими видами були (рис. 3) ластівка сільська (*Hirundo ristica*), вівчарики: ковалик (*Phylloscopus collybita*) та весняний (*Phylloscopus trochilus*), соловейко східний (*Luscinia luscinia*). Під час експедиційного виїзду у виловах домінували такі види: кропив'янка чорноголова (*Sylvia atricapilla*) — 24,2 %, соловейко східний (*Luscinia luscinia*) — 19,8 %, кропив'янка садова (*Sylvia borin*) — 13,9 %.

Досить високою у виловах була також чисельність сорокопуда тернового (*Lanius collurio*) — 7,8 %. З огляду на те, що він  $\varepsilon$  хижаком, такі цифри характеризують дуже інтенсивну міграцію.

Навесні основні напрямки прольоту — північно-західний і північно-східний. Напрямок перельотів має свої особливості. Як показують дані досліджень, у весняний період птахи часто використовують для перельотів зручні для них в аеродинамічному відношенні повітряні маси, і тому іноді летять за вітром, значно відхиляючись від курсу. Імовірно, долетівши до землі й відпочивши, вони ліквідують ці «погрішності» польоту над морем. Разом з тим цілий ряд добре літаючих птахів дотримується традиційних напрямків перельотів поза залежністю від напрямку вітру (наприклад, мартини, крячки та ін.).

З огляду на це, а також ряд синоптичних і погодних факторів, цілком передбачуване, що міграція в цьому районі проходить нерівномірно й носить хвилеподібний характер. При сильному зустрічному вітрі більшість птахів летить

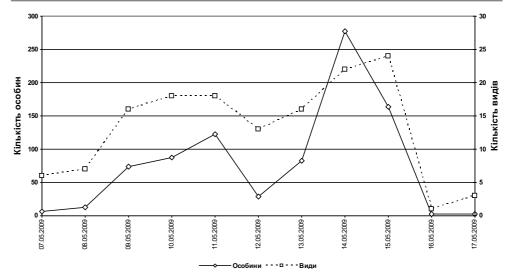


Рис. 3. Динаміка виловів мігруючих птахів на о. Зміїному навесні 2009 р.

досить низько над водою (0,5-10 м) і зупиняється для відпочинку на острові. Що стосується хижих птахів, то більшість їх летить на більших висотах і тому вони досить рідко знижуються над островом або зупиняються на відпочинок. Це стосується й великих птахів, таких як журавлі й лелеки.

#### Висновки

- 1. За результатами спостережень осінньої міграції з 30 вересня по 22 жовтня 2008 року встановлено, що основна хвиля міграцій за цей період пройшла з 7 по 20 жовтня. Максимальні пики спостерігалися 7.10.09 р. та 10.10.09 р. більше 3000 особин за день.
- 2. У осінній період серед мігрантів домінувала вільшанка (*Erithacus rube-cula*) 55,6 % серед всіх виловлених птахів. Значно менший відсоток складали вівчарик-ковалик (*Phylloscopus collybita*) 8 %, волове очко (*Troglodytes trog-lodytes*) 7,8 %, мухоловка мала (*Ficedula parva*) 5,8 %, дрізд співочий (*Tur-dus philomelos*) 4 %. Інші види у виловах склали менше 4 %.
- 3. У весняний період 2009 р. найбільш масовими видами були ластівка сільська (*Hirundo ristica*), вівчарики: ковалик (*Phylloscopus collybita*) та весняний (*Phylloscopus trochilus*), соловей східний (*Luscinia luscinia*). Під час експедиції у виловах домінували такі види: кропив'янка чорноголова (*Sylvia atricapilla*) 24,2 %, соловейко східний (*Luscinia luscinia*) 19,8 %, кропив'янка садова (*Sylvia borin*) 13,9 %.

#### Література

- 1. *Корзюков А. И.* Визуальные и радиолокационные наблюдения за миграцией птиц в северо-западном Причерноморье // Тез. сообщ. II Всесоюз. конф. по миграциям птиц. Алма-Ата: Наука, 1978. С. 127—129.
- 2. *Корзюков А. И*. Ночные миграции птиц над северо-западной частью Черного моря // Вестник зоологии. 1979. № 3. С. 74—76.
- 3. *Корзюков А. И.* Изучение миграций птиц в северо-западном Причерноморье с целью предупреждения столкновений с ними самолетов // Миграции и практическое значение птиц Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1980. С. 45—51.

- 4. *Корзюков А. И*. О поведении некоторых видов птиц, мигрирующих через остров Змеиный в Черном море // Бюллетень Московского общества испыт. природы. 1981. Т. 86, вып. 6, отд. биологический. С. 33—35.
- 5. Корзюков А. И. О весенней миграции красноголового сорокопута над северо-западной частью Черного моря // Орнитология. М.: МГУ, 1982а. Вып. 17. С. 184—185.
- 6. Корзюков А. И. О встрече белошапочной овсянки, корольковой пеночки в северозападном Причерноморье // Вестник зоологии. — 1982б. — № 4. — С. 75—76.
- 7. *Корзюков А. И.* Трансконтинентальные связи мигрантов северо-западного Причерноморья // XVIII Международный орнитологический конгресс: Тез. докл. и стенд. сообщ. М.: Наука, 1982в. С. 181.
- 8. *Корзюков А. И.* Изучение массовых перемещений птиц в северо-западном Причерноморье с целью предупреждения их столкновений с самолетами // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Кишинев, 1983. 24 с.
- 9. Корзюков А. И. Изучение миграций птиц над акваторией северо-западной части Черного моря и сопредельными территориями с целью предупреждения столкновений их с самолетами // Защита материалов и технических устройств от птиц. М., Наука, 1984а. С. 139—143.
- 10. Корзюков А. И. Миграции сорокопутов в северо-западном Причерноморье // Орнитология. М.: МГУ, 1984б. Вып. 19. С. 202—203.
- 11. *Корзюков А. И.* Встречи некоторых редких мигрантов над акваторией Черного моря // Мат. 10 Всесоюз. орнитолог. конферен. 1991. Ч. II. С. 303.
- 12. Корзюков А. И. Изучение миграций птиц в прибрежных районах северо-западного Причерноморья и над акваторией Черного моря // Кольцевание и мечение птиц в России и сопредельных государствах (1986—1987 гг.). М.: Наука, 1994. С. 68—72.
- России и сопредельных государствах (1986—1987 гг.). М.: Наука, 1994. С. 68—72. 13. Корзюков А. И. Остров Змеиный природно-исторический памятник национального и международного значения // Управление и охрана побережий северо-западного Причерноморья: Мат. межд. о симп. (30 сентября 6 октября 1996 г., Одесса). Одесса, 1996а. С. 81—82.
- 14. Корзюков А. И. Итоги миграционных исследований в Азово-Черноморском регионе // Птицы Азово-Черноморского региона на рубеже тысячелетий: Мат. юбилейн. междунар. науч. конф., посвящ. 20-летию Азово-Черноморской орнитологической рабочей группы (Одесса, 10—14 февраля 2000 г.). Одесса, 2000. С. 5—6.
- 15. *Корзюков А. И., Кивганов Д. А.* Новый вид орнитофауны Украины маскированный сорокопут // Птах. 2004. № 3. С. 13.
- 16. Корзюков А. І., Ківганов Д. А., Омельчук І. Ю. Острів Зміїний одна з важливих територій для збереження біологічного різноманіття // Біорізноманіття: сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку: Зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф. (28—29 жовтня 2004 р.). Полтава, 2004. С. 134—136.
- 17. Корзюков А. Й., Кивганов Д. А., Яковлев М., Омельчук И. Наземная фауна острова Змеиный // Причорноморський екологічний бюлетень: Проблемы рационального использования ресурсов природных систем устьевой области Дуная и острова Змеиный. Одесса, 2006. № 3—4 (21—22), ч. 2. С. 341—350.
- 18. *Корзюков А. И., Яковлев М. В.* Новая регистрация славки Рюппеля (*Sylvia rueppelli*) на юге Украины // Птах / Укр. товарист. охорони птахів. 2006а. № 4. С. 4.
- 19. *Корзюков А. И., Яковлев М. В.* Рыжепоясничная ласточка (*Hirundo daurica*) вновь отмечена на острове Змеином // Птах / Укр. товарист. охорони птахів. 2006б. № 4. С. 4.
- 20. *Корзюков А., Щеголев И., Яковлев М.* Интересные орнитологические находки // Птах / Укр. товарист. охорони птахів. 2007. № 3. С. 6.
- 21. Полуда А. М., Дядичева Е. А., Кивганов Д. А., Корзюков А. И., Омельчук И. Ю. Регистрация пеночки-зарнички (*Phyloscopus inornatus*) в Украине // Вестник зоологии. 2004. Т. 38, № 2. С. 78.
- 22. Русев И. Т. Трансконтинентальные и экологические связи птиц в природных очагах арбовирусов как фактор эпидемического риска // Птицы Азово-Черноморского региона на рубеже тысячелетий: Мат. междунар. науч. конф. (Одесса, 10—14 февраля 2000 г.). Одесса: Астропринт, 2000. С. 88—89.

23. Drost R. Uber den Vogelzug auf der Schlangeninsel im Schwarzen Meer. Kommis-

sions. — Berlin: R. Friedlander & Sohn, 1930. — № 2. — 42 p. 24. *Korzyukov A.* Island Zmeinyei (Black Sea) — unique ornithologist place in Europe // Results and perspectives of bird ringing: International conference «Bird Ringing — 100 Years» (Helgoland, Germany, 29 September — 03 October 1999), Programme and Abstracts / Institute for Avian Research «Vogelwarte Helgoland». — Wilhelmshaven & Helgoland, 1999. — P. 54.

#### В. П. Стойловский, Д. А. Кивганов, А. И. Корзюков, О. А. Форманюк

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра зоологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

#### ДИНАМИКА ПРОЛЕТА ПТИЦ ЧЕРЕЗ ОСТРОВ ЗМЕИНЫЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ) ОСЕНЬЮ 2008 г. И ВЕСНОЙ 2009 г.

#### Резиме

Показана динамика осеннего и весеннего пролета птиц через о. Змеиный, преимущественно воробьинообразных. Показано, что вылов птиц паутинными сетками в целом отображает тенденцию изменений количества птиц на острове, за исключением дней с сильным ветром. Во время осенней экспедиции 2008 г. в выловах доминировали зарянка (55,6 %), теньковка (8 %), крапивник (7,8 %), мухоловка малая (5,8 %), дрозд певчий (4%). Весной 2009 г. наиболее массовыми видами были ласточка деревенская, пеночки: теньковка и весничка, соловей обыкновенный. Во время весенней экспедиции в выловах доминировали: славка черноголовая (24,2%), соловей обыкновенный (19,8%), славка садовая (13,9 %).

Ключевые слова: миграции птиц, о. Змеиный, Черное море.

#### V. P. Stoylovsky, D. A. Kivganov, A. I. Korzyukov, O. A. Formanyuk

Odesa Mechnikov National University, Department of Zoology, Dvoryanska st., 2, Odesa, 65082, Ukraine

#### DINAMICS OF BIRDS FLIGHT THROUGH ZMEINY ISLAND **IN AUTUMN 2008 AND SPRING 2009**

The dynamics of autumn and spring flight of birds through Zmeiny island (mainly Passeriformes), is rotined. It is rotined that fishing-out of birds on the whole represents the tendency of changes of amount of birds spider web nets on an island, except for days with high wind. During autumn supervisions in 2008 among trapped birds prevailed Erithacus rubecula (55.6 %), Phylloscopus collybita (8 %), Troglodytes troglodytes (7.8 %), Ficedula parva (5.8 %), Turdus philomelos (4 %). During spring 2009 the most mass species was Hirundo ristica, Phylloscopus collybita, Phylloscopus trochilus, Luscinia luscinia. During spring expedition in 2009 among trapped birds prevailed: Sylvia atricapilla (24.2 %), Luscinia luscinia (19.8 %), Sylvia borin (13.9 %).

**Key words**: birds migrations, island Zmeiny, Black Sea.

## ІСТОРИЧНІ НАРИСИ





УДК 378.11(477.74)(08)

С. Г. Коваленко, канд. біол. наук, доцент,

Т. В. Васильєва, канд. біол. наук, доцент,

Г. А. Швець, канд. біол. наук, доцент

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра ботаніки, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

### 145 РОКІВ ІСНУВАННЯ КАФЕДРИ БОТАНІКИ ОНУ

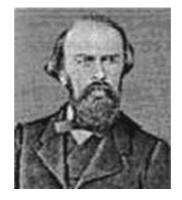
Розглянуто історію розвитку кафедри ботаніки з дня заснування до сьогодення. Оцінено внесок видатних вчених, що працювали тут в різний час, починаючи з Л. С. Ценковського. Охарактеризовано сучасний стан наукових досліджень кафедри та гербарію як національного надбання.

Ключові слова: історія, кафедра ботаніки, гербарій, Одеський університет.

Історія кожного навчального закладу створюється вчителями і учнями. Від того, наскільки вони віддані науці, тій справі, якій присвятили життя, залежать не лише результати наукових досліджень, рівень підготовки кадрів, але й загальний дух, працездатність, ерудиція та напрям роботи колективів.

Ботаніка — дивовижна наука, у якій поєднується історія і сьогодення, краса природи і глибина проникнення у її таємниці, увага як до особливостей органів рослин, так і до проблем різноманіття рослинного світу, вона завжди залишається потрібною і людині, й людству в цілому.

Кафедру ботаніки Новоросійського університету було створено одночасно із його заснуванням і всі зміни, що проходили, так чи інакше відображені в її історії. Але завжди тут працювали сумлінні,



Л. С. Ценковський (1822—1887)

віддані ботаніці люди, що прагнули не лише самими пізнати оточуючий світ, але й заохотити молоде покоління, яке в свою чергу прагнуло виховати нових учнів.

Через 45 років після заснування кафедру ботаніки було поділено на дві кафедри: морфології та систематики рослин і анатомії та фізіології рослин. З 1978 року це знову одна кафедра ботаніки.

Історія кафедри пов'язана з іменами багатьох видатних ботаніків, що зробили великий внесок у розвиток науки, методику викладання і виховання студентів [1]. За браком місця зупинимось лише на найзначніших іменах.

Першим завідувачем кафедри був Л. С. Ценковський (1822—1887), який не лише мав яскраву особистість і міг бути взірцем того, як цілком віддаючи себе науці, можна залишатися уважною цікавою людиною [2]. Він був засновником і першим президентом Новоросійського товариства природознавців, почесним членом майже усіх російських природничо-історичних товариств, Лондонського мікробіологічного товариства, членом-кореспондентом Петербурзької Академії наук, Німецького ботанічного товариства. Його ідеї та наукові надбання лягли в основу створення і розвитку кафедр ботаніки, гідробіології, мікробіології уні-

верситету. Він уперше показав спорідненість між рослинами та тваринами, розробив метод щеплення проти сибірки тощо. Саме Л. С. Ценковський заснував ботанічну лабораторію на кафедрі ботаніки і гідробіологічну станцію в Севастополі. Він уперше ввів в учбовий процес мікроскоп, був прекрасним лектором, який міг, за висловом І. І. Мечникова, збуджувати священний вогонь у слухачів.

Одночасно з ним на кафедрі працювали О. О. Янович (1831—1871), що захистив докторську дисертацію з проблем мікології, Є. М. Деларю — у подальшому професор Харківського університету, І. Ф. Кощуга, М. К. Срединський — у подальшому відомий спеціаліст з рослинних насаджень залізниць.

Я. Я. Вальц (1841—1904) працював в Новоросійському університеті у 1871—1881 рр. спочатку ординарним професором, а потім завідувачем кафедри ботаніки. Це був яскравий вчений, блискуча, талановита людина, популяризатор і організатор науки, президент Новоросійського товариства природознавців. Він був одним з перших у Росії, хто вивчав проблеми онтогенезу водоростей і грибів. Його ім'ям В. А. Ротерт назвав один з видів вошерії [3]. Одночасно на кафедрі працював О. М. Волков (1849—1928), дослідження якого з проблем геотропізму увійшли до відомого підручника А. Сакса. Однак з-за хвороби у 1880 році він подав у відставку і надалі захопився живописом, його картини мали великий успіх, особливо у Англії [4].

У 1880—1885 рр. кафедрою ботаніки і ботанічним садом керував Л. В. Рейнгард (1847—1920), який започаткував детальні альгологічні дослідження регіону. Його наукові дослідження включали морфологію, будову, розвиток харових, вольвоксових, бацилярій і особливо діатомових водоростей. Л. А. Рішаві (1851—1915) змінив Л. В. Рейнгарда на посту завідувача кафедри ботаніки у 1885 році. Його наукові інтереси були пов'язані із вивченням тропізмів рослин, історії розвитку, морфології і систематики морських водоростей. Саме він припустив середземноморське походження чорноморської альгофлори. Його роботи з проблем дихання рослин увійшли до підручників того часу [5]. Тоді на кафедрі працювали М. Л. Окіншевич — з опису дендрофлори Бессарабії, М. Д. Вахтель — з виявлення проблем геотропізму, В. Ф. Хмелевський — з вивчення альгології Бессарабії тощо.

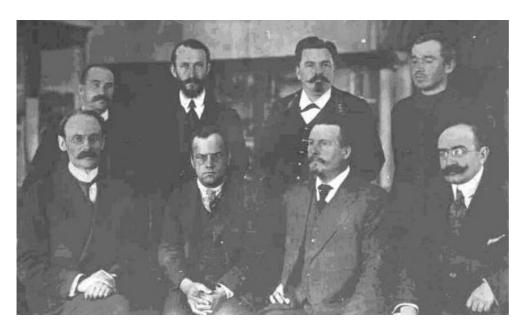
У 1893 році кафедрою почав завідувати Ф. М. Каменський (1851—1912) — вчений, що захоплювався рішенням багатьох проблем, серед яких і особливості харових водоростей, і перший опис такого явища в житті рослин, як мікориза. Серед інших викладачів кафедри того часу слід вказати прізвище випускника Новоросійського університету М. М. Альбова (1855—1897) — в подальшому відомого дослідника флори Південної Америки, О. Г. Генкеля, згодом професора ботаніки Пермського університету, та інших [6].

Завідувачами кафедри анатомії та фізіології рослин у XX сторіччі працювали В. А. Ротерт, В. В. Половцов, Ф. М. Породко, Г. А. Боровіков, С. І. Лебедєв, М. В. Домбровська, Г. В. Ткаченко, а кафедри морфології та систематики рослин — Б. Б. Гриневецький, М. М. Зеленецький, Д. О. Свиренко, Г. Й. Потапенко, І. І. Погребняк.

У 1978 році кафедри були об'єднані у кафедру ботаніки, яку очолив В. Т. Коваль, а з 1999 року —  $\Gamma$ . А. Швець.

В. А. Ротерт (1863—1916) — блискучий лектор, високопрацездатна інтелігентна людина, разом із своїми учнями (в подальшому професорами) — Г. А. Боровіковим, І. Д. Щербаком, Ф. М. Породком заклали основи для подальшого розвитку вчення про фітогормони. Серед його блискучих учнів був також А. О. Сапєгін (1888—1946) — у подальшому академік АН УРСР, випускник Новоросійського університету, спочатку біолог, що захоплювався мохами, а потім видатний селекціонер і генетик. Як писав у спогадах Г. Й. Потапенко, він

жив для науки і віддавав себе безроздільно науці. А. М. Криштофович (1885—1953) — надалі дійсний член АН УРСР, член-кореспондент АН СРСР, лауреат Державної (Сталінської) премії СРСР 1946 р., видатний вчений-палеоботанік, після закінчення університету був на кафедрі спочатку професорським стипендіатом (аспірантом), потім лаборантом і доцентом.



1915 рік. *1-й ряд, сидять, зліва направо:* проф. Гриневецький Б. Б., професорський стипендіат Криштофович А. М., проф. Половцов В. В., доц. Породко Ф. М.; *2-й ряд, стоять, зліва направо:* ас. каф. геології Гапонов Ю. А., ас. каф. ботаніки Сапєгін А. О., ас. каф. ботаніки Підлісний В. І., студент Маракуєв М. В.

На фото він разом з проф. В. В. Половцовим, видатним методистом природознавства, який очолював кафедру анатомії і фізіології рослин у 1910—1915 рр., проф. Б. Б. Гриневецьким, доц. (у подальшому професором) Ф. М. Породком, асистентом кафедри геології Ю. А. Гапоновим, в той час асистентом кафедри А. О. Сапєгіним, асистентом В. І. Підлісним та студентом М. В. Маракуєвим, який подавав великі надії, був талановитим дослідником, але рано загинув при вибуху на пароплаві у 1916 році.

Проф. Б. Б. Гриневецький (1875—1963) під час роботи в університеті вивчав флору і рослинність Кавказу, Польщі, Литви і одночасно працював з вивчення продихів, де його праці стали класичними. У подальшому він став дійсним членом АН Польщі та засновником і першим головою Польського ботанічного товариства і Ліги з охорони природи [7].

І. В. Новопокровський (1880—1951) працював у Новоросійському університеті у 1905—1906 рр., вивчаючи флору околиць Одеси. В історії біології він залишився як палеоботанік і ботанік, знавець флори Казахстану, доктор біологічних наук, завідувач Середньоазійського гербарію у Ботанічному інституті.

Ф. М. Породко (1877—1948) — завідувач кафедри анатомії і фізіології рослин понад 30 років (1916—1948), декан біологічного факультету, учень Д. І. Іванівського, автор двотомника «Хемотропізм коріння», низки робіт з проблем проростання насіння. Останній науковий напрям розвивали його аспіранти,



Випуск фуркації фізіології рослин (1936 р.) *1-й ряд:* Д. Я Вакулін, Б. М. Аксентьєв, Ф. М. Породко, Г. Й. Потапенко; *2-й ряд:* перший зліва О. О. Титаренко, у центрі А. І. Дьоміна; *3-й ряд:* перша зліва А. З. Жаренко

у подальшому доктори біологічних наук Б. М. Аксентьєв і А. І. Дьоміна. Продовжується цей напрям і зараз у сучасних дослідженнях кафедри.

3 1916 року працював на кафедрі І. Л. Сербінов (1872—1925) — відомий міколог, мікробіолог, фітопатолог, основоположник вивчення бактеріальних хвороб рослин, автор багатьох підручників з мікробіології [8].

М. М. Зеленецький (1859—1923) очолював кафедру морфології і систематики рослин у роки громадянської війни. Це був талановитий дослідник, відомий флорист і гербаризатор, прекрасний лектор і вихователь молоді. Його учнями були О. М. Морозова-Попова, В. Ф. Пастернацька, Л. Д. Басарська, Г. Й. Потапенко — у подальшому відомі у регіоні ботаніки.

Керував кафедрою морфології і систематики у 1923—1928 рр. і Д. О. Свиренко (1888—1944) — один із найкрупніших альгологів Радянського Союзу, член-кореспондент АН СРСР, видатний науково-педагогічний і громадський діяч, що сформував в Одесі альгологічну школу, де працювали тоді аспіранти П. П. Ширшов, В. Г. Танфільєв, О. Д. Андрєєв та інші.

Одним із найталановитіших учнів Г. І. Танфільсва, М. М. Зеленецького та В. В. Половиова був

Одним із найталановитіших учнів Г. І. Танфільєва, М. М. Зеленецького та В. В. Половцова був Г. Й. Потапенко (1889—1982), випускник Новоросійського університету, який у 1928—1943 рр. очолював кафедру морфології і систематики рослин. Його учнями були І. І. Погребняк, А. З. Жаренко, Л. А. Шапошнікова, М. В. Домбровська, О. А. Гурська та інші.

І. І. Погребняк (1908—1982) — доктор біологічних наук, завідувач кафедри морфології та систематики рослин більше 30 років, відомий альголог і знавець флори нижчих рослин Одеської затоки Чор-



I. I. Погребняк (1908—1982)

ного моря і причорноморських лиманів, вимогливий дослідник, що виховав майбутніх докторів наук, таких як М. О. Гусляков, Ф. П. Ткаченко, що продовжили традиції вчителя, аспірантів П. П. Островчука, Абдельгані Нур Ель-Дін Халіля та інш. Проблеми альгофлори на кафедрі вивчали Н. М. Пашковська, О. А. Гурська, С. М. Мілютіна, А. К. Ареф'єва, що досліджувала також гриби і дендрофлору та ін. Великий внесок у вивчення та збагачення дендрофлори регіону зробила доцент А. З. Жаренко, в той час як Л. А. Шапошнікова, М. Г. Кожура вивчали особливості трав'янистих рослин, а професор А. І. Дьоміна — різноманіття лікарських рослин, особливо полинів півлня України.

на — різноманіття лікарських рослин, особливо полинів півдня України. С. І. Лебедєв (1904—1992) — ректор ОДУ та завідувач кафедри фізіології рослин у 1953—1959 рр., дослідник фізіологічної дії каротину в рослинах, фізіологічної дії мікроелементів, пігментних систем та продуктивності водоростей Чорного моря. Науковий керівник кандидатських дисертацій О. Г. Судьїної, А. М. Силаєвої, К. С. Ткачук, Н. І. Зайцевої, Н. М. Шиян, які в подальшому підготували та захистили докторські дисертації, а також О. І. Санникової (1926—1999), М. В. Голубцової (1925—1974), І. О. Ярцевої (1918—1997), що стали доцентами ОДУ, і багатьох інших [9].



1965 р. Кафедра анатомії і фізіології рослин. *1-й ряд*: І. О. Ярцева, Г. В. Ткаченко, М. В. Домбровська, Г. О. Іванівська, О. О. Титаренко; *2-й ряд*: В. Т. Коваль, Л. В. Матвєєва, О. Л. Соловйова, Л. П. Гапоненко, О. І. Саннікова, М. В. Голубцева, О. М. Ільєва, О. Н. Белан; *3-й ряд*: А. І. Торжинська (Хотько), Г. А. Швець, О. О. Козир (Станкевич)

У 1959—1960 рр. кафедрою фізіології рослин керувала М. В. Домбровська, а потім з 1961 по 1978 рр. — проф. Г. В. Ткаченко, чиї наукові інтереси були пов'язані з вивченням фізіолого-біохімічних реакцій рослин винограду на використання фізіологічно-активних речовин, мікроелементів, фосфорних добрив тощо. Серед тих, чия робота виконувалась під його керівництвом, вкажемо доцентів кафедри В. Т. Коваля, Г. А. Швець, С. Г. Коваленко, В. Г. Курьяту, у подальшому доктора біологічних наук, та інших.

Як вказувалося вище, об'єднання кафедр відбулося у 1978 році і новостворену кафедру ботаніки очолив В. Т. Коваль (1936—1999), який у 1982—1987 рр. був деканом біологічного факультету. Це була високопорядна, інтелігентна, вимоглива до себе і оточуючих людина, ретельний дослідник фізіологічної дії мікроелементів, впливу вітамінів на проникнення мембран мітохондрій та т. і.

3 1978 року на кафедрі працювали також І. П. Ружицька (1937—2009), С. Є. Дятлов, М. О. Лесіна, З. Є. Захарієва, В. О. Кузнєцов. З 1999 року кафедру очолила Г. А. Швець.

Випускники кафедри гідно продовжують традиції, закладені ще у Новоросійському університеті. За роки свого існування кафедра підготувала багато вчених і педагогів, що працювали і працюють не лише в Україні, але й у Німеччині, Польщі, Болгарії, Монголії, Лаосі, на Кубі та в інших куточках світу. З числа випускників другої половини XX сторіччя назвемо лише декілька прізвищ вчених, що захистили докторські дисертації. Це В. І. Бабенко (1928—1996) — завідувач лабораторії фізіології рослин і ізотопів селекційно-генетичного інституту, автор понад 170 наукових робіт і 15 авторських свідоцтв; М. О. Гусляков (1950—2004) — завідувач кафедри гідробіології у 1990—2004 рр., автор понад 100 наукових робіт, науковий керівник кандидатських дисертацій В. П. Герасим'юка, О. Л. Неврової та О. О. Ковтуна; М. Я. Головенко — заслужений діяч науки і техніки, завідувач відділом фізико-хімічної фармакології Фізико-хімічного інституту імені О. В. Богатського, завідувач лабораторії фармакокінетики Державного фармакологічного центру МОЗ України, професор кафедри фармацевтичної хімії ОНУ; Т. Л. Карасьова — авторка біля 200 наукових робіт, 10 авторських свідоцтв і 5 патентів, провідний науковий співробітник відділу медичної хімії Фізико-хімічного інституту імені О. В. Богатського; В. Г. Курьята — автор понад 90 наукових робіт, методичних посібників і патентів, професор кафедри ботаніки Вінницького педагогічного університету імені М. Коцюбинського, «людина року» в номінації «Діяч науки» у 2003 році; В. Ф. Гороховський — співавтор 15 сортів і гібридів огірка, автор 13 авторських свідоцтв і 3 патентів, завідувач лабораторії селекції овочевих культур Придністровського науково-дослідного інституту сільського господарства, та інші.

Як видно з короткого переліку, основні напрямки наукової роботи кафедри були пов'язані із вивченням альгофлори, наземної флори регіону та визначенням низки фізіологічних показників при дії на рослини фізіологічно-активних речовин, мікроелементів, абіотичних факторів. Наукові напрямки, які розробляються на кафедрі зараз, пов'язані з вивченням наземної і водної флори і рослин-



2010 р. кафедра ботаніки. *Сидять зліва направо:* Т. В. Васильєва, Ф. П. Ткаченко, О. М. Попова, Г. А. Швець, С. Г. Коваленко, О. М. Слюсаренко; стоять О. В. Совтус, Л. В. Мурсанова, О. Л. Будняк, О. М. Ружицька, О. Б. Куцин, О. М. Миронюк, О. В. Чумічкина, В. В. Немерцалов, О. Ю. Єрмолаєва, Ю. С. Назарчук, О. Ю. Бондаренко, В. П. Герасим'юк

ності Причорномор'я, виявленням та охороною рідкісних та зникаючих видів рослин.

У останні п'ять років захистив докторську дисертацію Ф. П. Ткаченко, кандидатські дисертації — О. Б. Куцин, І. П. Якуба, В. В. Немерцалов. Готуються до захисту роботи Ю. С. Назарчук та О. Ю. Бондаренко. Щорічно співробітники, аспіранти і фурканти кафедри приймають участь у наукових міжнародних і всеукраїнських конференціях, публікують 45—60 наукових робіт різного рангу. З 2003 року кафедрою проведено вже чотири міжнародних конференції «Біорізноманітність. Екологія. Еволюція. Адаптація» на англійській мові з публікуванням тез доповідей.

Окремо треба зупинитися на важливій складовій роботи кафедри — гербарії, якому 22 вересня 2004 року було надано статус «Національне надбання». Починаючи з К. Ліннея, гербарій вважається результатом творчих досягнень, що містить і виховний елемент, і раціональне зерно, і просто можливість оцінити шляхи еволюції природи та окремих видів. І справа не лише у його об'ємі. У порівняно невеликих гербаріях можуть бути чіткіше відображені особливості флори окремих регіонів або зберігатися персональні збори, що дозволяють виділити основні ботанічні маршрути та особистий внесок кожного вченого.

Початок гербарію ОНУ імені І. І. Мечникова (MSUD) було покладено при організації Новоросійського університету в 1865 році першим завідувачем кафедри ботаніки Л. С. Ценковським.

Сучасний об'єм гербарію перевищує 50 тисяч примірників. Він відображає ботанічну і краєзнавчу культуру регіону та містить значну кількість історичного матеріалу. Гербарій складається з систематичної частини та іменних колекцій. У систематичному гербарії представлені вищі спорові та насінні рослини, водорості, лишайники, гриби, характерні не тільки для флори Північно-Західного Причорномор'я, але й для інших областей України, Кавказу, Далекого Сходу, Катеринославської та Тобольської губерній, Новгороду, Москви та ін., а також Південної Франції, Південної Німеччини, Сицилії, Персії, Бразилії. До складу зборів входять іменні колекції відомих ботаніків Е. Е. Ліндеманна (4000 гербарних аркушів), Й. К. Пачоського (6152 г. а.), унікального дослідника флори Одеси П. С. Шестерикова (1492 г. а.), колекції Вищих жіночих педагогічних курсів — знаменного явища російської дійсності початку XX ст. (7540 г. а.) та ін., а також колекції Л. Рабенхорста та К. Беніца (ІІ половина XIX ст).

Гербарій містить збори понад 300 колекторів, серед яких слід згадати К. Ф. Ледебура, В. Г. Бесера, П. Е. Буасьє, Е. Е. Ліндеманна, О. С. Роговича, В. М. Черняєва, Х. Х. Стевена, О. Д. Нордманна, Й. К. Пачоського, третього президента АН України В. І. Липського, професорів Новоросійського університету М. М. Зеленецького, Б. Б. Гриневецького, Я. Я. Вальца, Г. А. Боровикова, Г. Й. Потапенка, І. І. Погребняка та ін. Найстарішим експонатом гербарію є травник 1759 року, написаний від руки, який містить засушені частини лікарських рослин, характерних для Середньої та Південної Європи, а також рекомендації щодо їх використання [10].

В гербарії представлено альготеку діатомових водоростей бентосу північнозахідної частини Чорного моря і прилеглих водойм, створену на основі досліджень М. О. Гуслякова та В. П. Герасим'юка.

Зараз гербарні зразки переносяться частково на нові носії, у нові папки та металеві шафи. Проводиться періодичне проморожування для запобігання пошкодженню зразків. Розпочато роботу із складання комп'ютерних списків усіх колекцій та перевизначення деяких рослин. Учбовий гербарій щорічно поповнюється новими зборами, які надалі будуть основою сучасного гербарію регіону.

#### Література

- 1. *Ботаніки* і ботанічні дослідження в Одеському національному університеті ім. І. І. Мечникова (1865—2005)/ Коваленко С. Г., Васильєва Т. В., Швець Г. А. Одеса: Фенікс, 2005. 104 с.
- 2. Лізунова А. А., Руда С. П. Лев Семенович Ценковський (1822—1887)// Наука і наукознавство. 1998. № 2. С. 80—86.
- 3. *Історія* Одеського університету за 100 років (1865—1965). К.: Вид-во Київського ун-ту, 1968. 423 с.
- 4. *Вальц Я. Я.* Отзыв об Александре Николаевиче Волкове // Зап. Новорос. ун-та. 1875. Т. 17. С. 5—8.
- 5. Потапенко Г. И. История кафедры ботаники Одесского государственного университета за 75 лет существования (1865—1940). Рукопис, підготовлений до друку.
- 6. *Липшиц С. Ю.* Русские ботаники: Биографо-библиогр. словарь. М.: Изд. Моск. о-ва испыт. прир., 1947. Т. 1. С. 20—21, 245—247.
  - 7. Slownik bioilogow polskich. Warszawa, 1987. P. 214—215.
- 8. *Горленко М. В.* Выдающийся русский миколог и микробиолог Иван Львович Сербинов // Микробиология. 1952. № 2. С. 239—242.
- 9. Професори Одеського (Новоросійського) університету: Біограф. словник у 4 т. Одеса: Астропринт, 2000.
- 10. Коваленко С. Г., Бондаренко О. Ю. Скарби гербарію Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. 1. Травник XVIII сторіччя // Вісник ОНУ. 2005. Т. 10, вип. 5. С. 191—198.

#### С. Г. Коваленко, Т. В. Васильева, Г. А. Швец

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра ботаники, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

#### 145 ЛЕТ СУЩЕСТВОВАНИЯ КАФЕДРЫ БОТАНИКИ ОНУ

#### Резюме

Рассмотрена история развития кафедры ботаники со дня основания до настоящего времени. Указаны фамилии выдающихся ученых, работавших здесь в разное время, начиная с Л. С. Ценковского. Охарактеризовано современное состояние гербария как национального достояния и научных исследований кафедры.

Ключевые слова: история, кафедра ботаники, гербарий, Одесский университет.

#### S. G. Kovalenko, T. V. Vasilyeva, G. A. Shvets

Odessa National University, Department of Botany, Dvoryanskaya Str. 2, Odessa, 65082, Ukraine

#### 145 YEARS FROM BEGINNING OF ODESSA NATIONAL UNIVERSITY

#### Summary

It was considered the cathedra development history from year of foundation to our times. There was indicated the surnames of prominent scientists, who worked here in different times, leading with L. S. Tsenkovskiy. It was described the modern conditions of herbarium as national property and scientific investigation of cathedra.

**Key words**: history, botany department, herbarium, Odessa university.

УДК 59:069

В. П. Стойловський 1, д-р біол. наук, професор,

**Т. А. Богачик** <sup>1</sup>, канд. біол. наук, доцент,

**Л. В. Рясіков**<sup>2</sup>, магістр зоології, співробітник зоологічного музею

<sup>1</sup> Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра зоології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

<sup>2</sup> Зоологічний музей, пров. Шампанський, 2, Одеса, 65058, Україна

# НАРИС З ІСТОРІЇ КАФЕДРИ ЗООЛОГІЇ ОДЕСЬКОГО (НОВОРОСІЙСЬКОГО) УНІВЕРСИТЕТУ

Розглядаються етапи становлення і розвитку кафедри зоології та її діяльність у 145-річній історії Одеського (Новоросійського) університету.

Ключові слова: Одеський університет, кафедра зоології, історія.

13 травня 2010 року багатотисячний колектив Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (ОНУ) разом з колегами-науковцями з інших університетів України, країн СНД і широкими верствами демократичної міжнародної громадської спільноти відзначив 145-ту річницю відкриття цього класичного наукового та освітнього центру, вчених і випускників якого добре знають як науковців-фахівців в різних країнах світу.

Вивчаючи документи з багатих фондів Державного архіву Одеської області (ДАОО), особливо № 42 і 45, було виявлено та встановлено багато фактів, що торкались історії фауністичних досліджень у Північно-Західному Причорномор'ї, становлення, формування і розвитку наукових структур, пов'язаних з сучасною кафедрою зоології ОНУ імені І. І. Мечникова. Знайомлячись з великою кількістю різноманітних документів в ДАОО, вдалося віднайти багато цікавих фактів, що торкаються історії нашого славетного університету: матеріали Міністерства народної освіти, листи попечителів Одеського навчального округу і т. д. Таких документів дуже багато, але особливо слід відокремити:

- 1. Перша спроба перетворення Імператорського Рішельєвського ліцею в Імператорський Новоросійський університет (ІНУ) Одеси, який з'явився ще в 1844 році завдяки енергійним діям попечителя навчального округу Д. М. Князевича.
- 2. Згодом, 20 січня 1857 року новий попечитель М. І. Пірогов вдруге надіслав до міністра народної освіти доповідний запис, де зазначав надзвичайну необхідність перетворення відомого ліцею Одеси в університет [1].
- 3. Влітку 1861 року до російського імператора Олександра II, який їхав через Одесу до Криму, звернулися імениті жителі приморського міста з проханням відкрити університет. Цар-реформатор не наважився дати негативну відповідь.
- 4. 10 червня 1862 року Олександр II, погоджуючись з думкою Ради міністрів Російської імперії, зголосився створити Імператорський університет в Одесі, перетворивши в нього місцевий Рішельєвський ліцей.
- 5. 19 липня 1864 року міністр народної освіти Головін О. В. сповістив телеграмою попечителя Одеського навчального округу про те, що Імператор Олександр II указом від 11 липня 1864 року дозволив відкрити Імператорський Новоросійський університет (ІНУ) 1 травня 1865 року [2], з моменту призначення ректора.

В 1832 році в Імператорському Рішельєвському ліцеї м. Одеси було два відділення (філософське і юридичне), а у 1837 році додалося третє — фізико-математичне. Саме тут з 22 січня 1832 року почав працювати на посаді професора

природознавства Олександр Давидович Нордман (1803—1866).

З цієї дати почалося функціонування створеного ним «кабінету природничої історії» та музею при ньому, в якому почали зберігатися «колекції зібрань молюсків і комах», що використовувались під час практичних занять з курсу зоології та порівняльної анатомії. З 1833 року до 1848 року професор О. Д. Нордман як видатний зоолог широкого профілю, палеонтолог-природознавець здійснив 16 наукових експедиційних поїздок у різні райони Причорномор'я, Криму, Кавказу, Бессарабії, Поділля та Європи. Знаний історик науки професор І. І. Пузанов писав, що О. Д. Нордман, їдучи до своєї рідної Фінляндії, в університет Гельсингфорсу, залишив у кабінеті, який сильно збільшився за розмірами, 582 зоологічних об'єкта. Це було основою для поповнення колекцій зоологічного музею.

 $\mathring{y}$  рік 145-річчя ОНУ імені І. І. Мечникова необхідно зробити періодизацію історії розвитку одного з найстаріших підрозділів університету — кафедри зоо-

логії, вказавши основні напрямки її наукових пошуків.

Початковий період досліджень в Одесі пов'язаний безпосередньо з науковопедагогічною діяльністю двох професорів кафедри природничої історії Рішельєвського ліцею — О. Д. Нордмана та Д. О. Байкова, які проводили різноманітні зоологічні пошуки у 1832—1849 рр. та 1849—1865 рр., відповідно. Ними вивчались представники морської (лиманної) та річкової, а також окремі види сухопутної фауни.

Перший період зоологічних досліджень в ІНУ (1865—1920 рр.) був порівняльно-ембріологічним. Новоутворена кафедра зоології, порівняльної анатомії та фізіології на природничому відділені фізико-математичного факультету складалась з декількох кабінетів та учбових підрозділів:

- 1. Зоологічного, з лабораторією та музеєм;
- 2. Зооанатомічного, з лабораторією;
- 3. Фізіологічного кабінету.

Видатний історик ІНУ екстраординарний професор О. І. Маркович (1847—1805) у монографії «Двадцатипятильтія Императорскаго Новороссійскаго Университета. Историческая записка и Академическіе списки» (1890) вказує: «Кафедра зоологіи получила 1 мая 1865 г. двухъ представителей: и. д. э-орд. проф. Д. А. Байкова, изъ лицейскихъ профессоров, и орд. проф. И. Ан. Маркузена» [3].

Екстраординарний професор зоології Д. А. Байков (1820—1869) працював на вищевказаній кафедрі лише один навчальний рік (1865/1866), хоча керував практичними роботами студентів-зоологів до кінця 1866 року. Він відомий нам як дослідник лиманів навколо Одеси, але наукових робіт за даною проблематикою ним опубліковано не було. Д. А. Байков передав за описом у музей 5421 експонат [4].

Ординарний професор зоології І. А. Маркузен (1811—1891) почав організацію зоологічного та зооанатомічного кабінетів, а також створення колекцій тварин у музеях ІНУ. Так, завдяки його старанням Рада університету виділяла багато коштів на придбання в кабінети та лабораторії меблів, обладнання та посуду [5].

В період 1865—1870 рр. зоологічний музей ІНУ, як зазначається в монографії «Одесский университет за 75 лет (1865—1940)» (1940), тільки почав створюватися, як і три кабінети вищезгаданої кафедри [6].

А вже у монографії «Історія Одеського університету за 100 років» (1968) у розділі «Зоологічний музей» зазначається, що саме професор зоології ІНУ

І. А. Маркузен був одним з перших організаторів музею. Він започаткував європейську практику купівлі якісних музейних препаратів і спеціального устаткування (шафи, столи, полиці) у провідних зоологічних фірм з різних країн світу (Австралії, Америки, Європи). Так, вже у 1865 році було придбано багато різноманітних препаратів безхребетних, а також опудал ссавців. У 1867—1868 рр. ординарний професор І. А. Маркузен придбав цінні колекції риб, екзотичних птахів, в тому числі 120 видів птахів з острова Ява [7].

Як фахівець-зоолог І. А. Маркузен відомий дослідами з вивчення анатомічної будови зубів, нирок та елементів нервової системи різних хребетних тварин. Окремо ним вивчались морфологічні особливості риб родини довгорилів (Могmyridae). Майже весь час роботи в ІНУ цей науковець займався викладацькою та адміністративно-господарською діяльністю. Необхідно підкреслити, що саме професор І. А. Маркузен продовжив дослідницьку діяльність з вивчення фауни морських безхребетних тварин Одеської затоки Чорного моря у зоологічній лабораторії кафедри. Запрошений ним на посаду приват-доцента ІНУ І. І. Мечников (1845—1916), працюючи над проблемами розвитку пелагічної фауни Чорного моря, виявив у виловах ряд цікавих форм [8]. Так, молодий вчений, працюючи в зоологічній лабораторії кафедри, відкрив невідомі моменти розвитку личинкової форми *Phoronis* та отримав нові відомості про пілідії немертин і молодих поліхет. Молодий науковець І. І. Мечников власними порівняльно-анатомічними дослідженнями підтвердив думку ординарного професора ботаніки ІНУ Л. С. Ценковського (1822—1886) про приналежність *Noctiluca* до морських найпростіших [9]. Усі дослідження професорів О. Д. Нордмана (1840), І. А. Маркузена (1868), І. І. Мечникова (1868) носили переважно характер інвентаризації фауни. В цій же зоологічній лабораторії працював талановитий учень професора І. А. Маркузена В. І. Шманкевич (1839—1880). Саме він, ще в період навчання в 1866—1870 рр. на кафедрі, почав вивчати фауну лиманів Одеси [10]. Особливу увагу в дослідах В. І. Шманкевич приділяв впливу солоності на організми дрібних ракоподібних з Хаджибейського та Куяльницького лиманів, детально вивчаючи їх морфологічні ознаки [11]. Він встановив екологічний взаємозв'язок будови і форм ракоподібних від рівня солоності та дослідив це експериментально. За висновками заслуженого діяча науки України, професоразоолога, відомого дослідника історії природничих наук І. І. Пузанова (1885-1971), «...работы Шманкевича содержали так много материала по гидрологии, флоре и фауне Одесских лиманов, что его с полным правом можно назвать не только пионером экспериментально-экологического направления в Одессе, но и основоположником гидробиологического изучения приодесских лиманов» [8].

Після переїзду штатного доцента І. І. Мечникова в університет Санкт-Петербургу, стараннями його товариша та колеги приват-доцента О. Ф. Стюарта була відкрита гістологічна лабораторія, в якій студенти отримали можливість вивчати особливості будови морських тварин на мікрорівні. Вчений вклав у розвиток і обладнання кафедри зоології, порівняльної анатомії та фізіології власні кошти.

Високої думки про науково-педагогічну роботу приват-доцента О. Ф. Стюарта в ІНУ, як і про його лекторські та викладацькі можливості, був старший колега з природничого відділення, завідувач кабінету ботаніки, ординарний професор-протистолог Л. С. Ценковський [12]. Тому він і голосував у 1868—1869 рр. на засіданні Ради ІНУ за обрання О. Ф. Стюарта штатним доцентом кафедри зоології, хоча професор І. А. Маркузен був проти цього. Наприкінці 1869 р. І. А. Маркузен подав у відставку.

Короткий проміжок часу усі підрозділи кафедри очолював штатний доцент, доктор медицини Н. Й. Бернштейн (1838—1891). Саме йому та завдяки активному старанню хранителя музеїв І. М. Відгальма вдалося впорядкувати вже

зібрані колекції і систематизувати всі наявні препарати. Вся ця кропітка робота двох дуже працьовитих фахівців кафедри з листопада 1869 року до серпня 1870 року базувалася на чудових природних організаторських здібностях штатного доцента та на вищому ступені професіоналізму музейного хранителя. Окрім того, доктор медицини Н. Й. Бернштейн створив та організував діяльність спеціальної лабораторії при музеї, де велись практичні заняття та дослідження з анатомії [13].

Саме за цю організаційно-господарську діяльність вчених їм був щиро вдячний новий ординарний професор, завідувач з 04.01.1870 р. до 26.05.1882 р. зоологічного кабінету з лабораторією та музеєм І. І. Мечников [14]. Вдруге ставши працівником ІНУ після повернення з наукового відрядження (о. Мадейра), I. I. Мечников вже був відомим ембріологом-дослідником. Тому він продовжив власні наукові пошуки в цьому напрямку, започаткувавши на довгий час в історії розвитку кафедри ембріологічні дослідження. За період 1870—1871 рр. -1880—1881 рр. ординарний професор І. І. Мечников виконав у лабораторії досліди з вивчення розвитку медуз, сифонофор, багатоніжок, губок, планарій. Антропологічні дослідження велися ним короткочасно у зв'язку з різким погіршенням стану здоров'я. І. І. Мечников провів збирання черепів калмиків під час наукових відряджень літом 1873 і 1874 рр. до Астраханської губернії та навколишніх територій. Згодом, вперше в антропології видатний вчений використав порівняльний метод, що дозволив йому отримати важливі результати як про особливості будови черепів різних калмицьких племен, так і про їх походження. Крім того, І. І. Мечников допоміг боротися співробітникам місцевого земства зі шкідниками зернових культур (жуком-кузькою), вивчивши грибкові хвороби комах. Це дозволило йому вказати на метод боротьби з цим шкідником за допомогою мюскардини.

Завдяки адміністративній ініціативі І. І. Мечникова вищезазначена кафедра ІНУ збагатилася двома науковцями, які були всесвітньо відомими фахівцями, — О. О. Ковалевським (1840—1901) і І. М. Сєченовим (1829—1905). Останні були дослідниками матеріального характеру розвитку і процесів життєдіяльності тваринних організмів. Так, І. М. Сєченов з 10.04.1871 р. був завідувачем фізіологічного кабінету з чудово обладнаною лабораторією [15]. Саме тут ординарний професор проводив різноманітні дослідження з вивчення різних органів та систем в організмах тварин з несхожою екологією та систематикою: рептилії (крокодили), ссавці (копитні, хижаки та ін.). Зокрема, в 1872—1873 рр. ним вивчався процес поглинання вуглекислого газу кров'ю. Разом з І. І. Мечниковим він виховав дуже талановитих учнів, які пізніше продовжили на кафедрі дослідницьку діяльність своїх вчителів, — П. А. Спіро (1844—1893) та В. М. Реп'яхова (1852—1905).

Ординарний професор зоології ІНУ О. О. Ковалевський працював в Одесі з 1874 до 1890 року, коли вже був обраний дійсним академіком в Імператорську Академію Наук Санкт-Петербургу, хоча перші спроби переїзду в класичний університет Одеси Олександр Онуфрійович робив ще в період 1872—1873 рр. [16]. В ІНУ він проявив себе як адміністратор: проректор у 1877—1878 рр. та завідувач зоотомічного кабінету з лабораторією і музеєм у 1874—1890 рр. Як тонкий дослідник вчений провадив різнопланові ембріологічні та порівняльно-анатомічні дослідження тварин різних систематичних груп, починаючи з найпростіших до нижчих хордових. Як гарний педагог і лектор він виховав цілу плеяду талановитих учнів — П. М. Бучинського (1852—1927), Я. М. Лебединського (1858—1929), С. М. Моріна (1863—1941), М. А. Шульгіна. Останній працював з О. О. Ковалевським в ІНУ з 1888 до 1890 року.

О. О. Ковалевський започаткував і експериментально-зоологічні дослідження, почавши морфологічне вивчення системи виділення безхребетних тварин:

комах і павуків. У цих форм вчений вивчив особливості функцій виділення за допомогою прижиттєвої ін'єкції різноманітних фарб, що накопичувались у особливих канальцях. Важливо зазначити, що І. І. Мечников і О. О. Ковалевський багато разів здійснювали відрядження на узбережжя різних морів Атлантичного та Індійського океанів, морських зоологічних станцій Італії, Франції, Німеччини. Збираючи багатий фауністичний матеріал для музейних колекцій ІНУ, вони вивчали різні види тварин за допомогою порівняльного та інших методів. Крім того, вчені змогли віднайти особливості будови, розвитку та життєдіяльності тварин, що досліджувались, встановивши зв'язок між різними систематичними групами безхребетних і хребетних. Це було активним елементом підтримки матеріальної теорії розвитку органічного світу Ч. Дарвіна, який неодноразово писав і дякував за дієву підтримку його наукових поглядів з боку дослідників-натуралістів з кафедри зоології університету Одеси.

В 1908 році професор І. І. Мечников разом з П. Ерліхом отримали Нобелівські премії за роботи з імунології та розробку фагоцитарної теорії імунітету [18].

З осені 1882 року до літа 1897 року зоологічний кабінет ІНУ разом з лабораторією та музеєм очолював ординарний професор В. В. Зеленський [20]. За багаторічну педагогічну роботу він здійснив значний обсяг наукової роботи у напрямку порівняльної ембріології та анатомії, палеозоології, провів організацію зоологічного музею на рівні кращих европейських університетів і 24.01.1896 р. був затверджений у почесному званні заслуженого професора ІНУ.

У період з 1890 р. до 1897 р. зоотомічний кабінет кафедри з лабораторією та музеєм очолював екстраординарний професор В. М. Реп'яхов (1852—1905). За ерудицією та освітою це був і О. О. Ковалевський, і І. І. Мечников одночасно, а за науковими спрямуваннями саме він достойно підтримав порівняльно-ембріологічні дослідження після від'їзду вчених із Одеси. Особливо багато Реп'яхов вивчав розвиток мшанок, червів, а також фауну м'якунів з Середземномор'я. Як ординарний професор (з 1897 р.) він створив єдину зоологічну лабораторію в ІНУ, де активно впроваджував гістологічні методи дослідження багатьох морфологіних особливостей тварин [13].

Після В. М. Реп'яхова в зоотомічному кабінеті, музеї та лабораторії на кафедрі працював професор П. М. Бучинський (1897—1911). Він активно вивчав фауну одноклітинних тварин у Чорному морі та лиманах навколо Одеси. В 1902 році вченому вдалося створити морську зоологічну станцію, яка розташовувалась на узбережжі Малого Фонтану Одеської затоки Чорного моря. Станцію офіційно відкрили у вересні 1904 року. Саме тут Бучинський та чимало його учнів (М. В. Куделін, М. Г. Лігнау, К. Кисилевич, О. Яценковський) вивчали різноманітних представників чорноморської морської фауни. Петро Миколайович, як чудовий педагог, домігся відкриття у 1904 році студентського біологічного гуртка ІНУ та був його першим президентом до 1911 року. І станція, і гурток кафедри зоології були справжніми осередками наукових досліджень молодих вчених і трибуною, де вони виступали з першими доповідями про свої результативні пошуки в науці. Зі стін ІНУ вийшли десятки майбутніх професорів, член-кореспондентів і академіків різних АН світу. Вони з глибокою вдячністю згадували ординарного професора П. М. Бучинського як власного вчителя, так і як першого організатора-упорядника діяльності станції та гуртканаукових установ зоологічної кафедри ІНУ [13].

А з 1912 року до 1916 року на чолі вищезгаданих структур стояв в. о. екстраординарного професора, а у 1916—1920 рр. — в. о. ординарного професора Д. К. Третьяков, який у період 1912—1919 рр. був ще й секретарем фізико-математичного факультету. Вчений надзвичайно багато зробив для розвитку зоо-

томічного кабінету у складний період його розвитку: створив при ньому спеціальний музей порівняльної анатомії, розширив зоотомічну лабораторію, збагативши її обладнанням для морфологічних, порівняльно-анатомічних і гістологічних досліджень. Ці дослідження Третьяков виконував блискуче сам і залучав до них своїх учнів (О. Р. Пренделя, М. О. Загоровського, Д. Л. Рубінштейна та ін.). Згодом професор створив і спеціальний музей медичної зоології, був третім президентом студентського біологічного гуртка в ІНУ, займався реконструкцією морської зоологічної станції. З вересня 1918 року він опікувався ще й зоологічним музеєм та кабінетом з лабораторією. А у 1920—1921 рр. ним був створений та очолювався до 1938 р. природничий музей Одеси. Тут вчений зберігав багато рідкісних експонатів з музеїв закритого (з 1920 р. до осені 1933 р.) класичного університету Одеси, ведучи велику науково-просвітницьку діяльність серед учнів, студентів і населення приморського міста.

Зоологічний кабінет з музеєм та лабораторією з 1897 до 1920 року очолювали: ординарний професор В. М. Реп'яхов (1897—1905), потім на посадах від екстраординарного до заслуженого професора (1905—1918 рр.) Я. М. Лебединський. Останній продовжував порівняльно-ембріологічні дослідження тварин, особливо немертин, крабів, мшанок. Збагатив музей рідкісними експонатами з різних зоологічних фірм Європи [8, 13]. Після від'їзду вченого в серпні 1918 р. в останнє наукове відрядження до Женеви (Швейцарія) його подальша доля невідома.

Наступником Я. М. Лебединського став в. о. ординарного професора Д. К. Третьяков, який захистив зоологічний музей від загибелі в часи кривавої громадянської війни. Значний обсяг роботи на кафедрі виконували і приват-доценти, які вели необов'язкові спеціальні курси за рішенням Ради факультету та ІНУ, а також і асистенти, що безпосередньо допомагали викладачам під час лекцій та практичних занять. Але всіх прізвищ неможливо навести в оглядовій науковій публікації. Тому зазначимо, що останніми з ним були М. Г. Лігнау (1873—1940) та С. М. Морін (1863—1941).

Окремо згадаємо, що важливим моментом у науково-дослідницькій роботі одеських зоологів-натуралістів була участь у діяльності Новоросійського товариства природознавців (НТП), з 1920 р. до 1930 р. — Одеського товариства природознавців (ОТП), яке було провідним центром і важливою трибуною для багатьох вчених понад 60 років.

Другий період розвитку зоологічних досліджень (1920—1930 рр.) пов'язаний з тимчасовим закриттям класичного університету в Одесі. Дослідження велися при кафедрі зоології місцевого Інституту народної освіти (ІНО), а згодом і в Інституті професійної освіти (ІПО) Одеси та секціях і лабораторіях науково-дослідного Зоолого-біологічного інституту при Всеукраїнській Академії наук.

На кафедрах ІНО та ІПО викладали професори Д. К. Третьяков, М. Г. Лінгау, О. О. Браунер (1857—1941), С. М. Морін. Усі вони вели власні спеціальні дослідження, але поступово почали залучати студентів до широких фауністичних дослідів з експериментальної морської зоології та палеозоології [21, 22].

Третій період зоологічних досліджень можна поділити на деякі підперіоди. Перший підперіод тривав з 1933 р. по 1941 р., коли у знову відкритому Одеському державному університеті (ОДУ) до 1937 р. існувала єдина кафедра зоології, яку очолив академік Д. К. Третьяков — перший декан новоутвореного біологічного факультету в період 1933—1939 рр. Він розпочав еколого-морфологічні дослідження на кафедрі.

З 1937 р. в ОДУ існувало вже дві зоологічні кафедри:

— зоології безхребетних, завідувачем якої у 1937—1976 рр. був професор, член-кор. АН України М. П. Савчук (1899—1976), члени кафедри — професорентомолог О. М. Кириченко (1883—1942), доцент С. М. Морін та ін.;

— зоології хребетних, завідувачем якої у 1937—1941 рр. був професор, академік АН України Д. К. Третьяков (1878—1950), члени кафедри — доценти Г. І. Конопльов, К. Т. Бренейза, М. М. Жуков, П. І. Дмитрашко та аспіранти Н. І. Шамутіна, Ф. С. Замбриборщ, Е. І. Бешляга, Б. А. Янковський. Директором зоомузею в 1941 р. був професор О. О. Браунер.

Кафедри вели значний обсяг науково-педагогічної роботи, виконували значну дослідницьку діяльність у лабораторіях морфології та фауністики Зообіна Одеси, морської зоологічної станції, Карантинній станції та інших установах Одеси.

Другий підперіод тривав з 26.07.1941 р. по 03.09.1944 р. ОДУ перебував в евакуації поза Одесою. 24.06.1941 р. академік Д. К. Третьяков писав у статті «Звільнити світ від фашистських варварів» обласної газети «Чорноморська комуна»: «...вчені нашої країни, уся радянська інтелігенція готові віддати усі сили, усі свої знання для перемоги над ворогом...» [23]. Ця свята віра в майбутню перемогу над лютим ворогом сповнювала серця усіх співробітників ОДУ, в тому числі й науково-педагогічний склад двох кафедр зоології. Обидві кафедри в евакуації очолював професор М. П. Савчук, спочатку у м. Майкопі (1941—1942 рр.), а згодом у м. Байрам-Алі (1942—1944 рр.), де співробітники кафедр виконували значний обсяг як педагогічної, так і прикладної наукової роботи. Серед вчених слід згадати асистента Л. Ю. Бешевлі та інших зоологів [24]. На південному фронті, під час героїчної оборони Севастополя у листопаді 1941 р., смертю героя загинув другий декан біологічного факультету ОДУ, доцент кафедри зоології хребетних тварин Г. І. Конопльов (1906—1941).

Третій підперіод тривав з 16.10.1941 р. до 10.04.1944 р. Кафедру зоології університету Трансністрії в окупованій Одесі очолював професор О. Р. Прендель (1888—1970), а роботою зоологічного музею опікувався професор С. А. Нікітін (1899—1956). Саме їм вдалося зберегти багато рідкісних експонатів з фондів кафедри зоології та музею, які не змогли евакуювати.

Четвертий підперіод тривав з 1944 р. до 1991 р. Після війни обидві кафедри на чолі з завідувачами продовжили різнопланову науково-педагогічну роботу в ОДУ:

- 1) кафедра безхребетних на чолі з М. П. Савчуком, В. Д. Севастьяновим (1976—1986);
- 2) кафедра хребетних на чолі з І. І. Пузановим (1947—1971), Л. Ф. Назаренко (1971—1985). 24 роки завідувачем кафедри зоології був видатний вчений І. І. Пузанов. У післявоєнні роки професор І. І. Пузанов очолив комплексні дослідження лиманів Північно-Західного Причорномор'я. Почалось активне вивчення фауни нових і старих лісових насаджень та їх ролі у степових біоценозах. Велику увагу було приділено вивченню перельотів птахів, умов, в яких вони відбуваються, особливо у зв'язку з розвитком повітряного флоту. Професору І. І. Пузанову належить велика роль у створенні та охороні багатьох заповідників, заказників. Цей знаний науковець був яскравим організатором наукових досліджень усього колективу кафедри зоології.

Певний час (1964—1967 pp.) на кафедрі зоології хребетних успішно працював визнаний фахівець-орнітолог, професор Ф. І. Страутман (1912—1967). Значний час на кафедрі працювала професор О. П. Андрійко (1921—1989 pp.). Вона була глибоким науковцем та чудовим педагогом-методистом.

I пізніше активно велись фауністичні та морфологічні дослідження. Це допомагало відновленню музейної експозиції та поповненню фондів новими тваринними експонатами. Допомогу в цьому надавали студенти-випускники, аспіранти та колеги.

Заслужений діяч науки України (з 1965 р.), професор І. І. Пузанов з 1947 р. до 1971 р. очолював наукову раду Зоологічного музею, на чолі якої згодом стоя-

ли професори М. П. Савчук (до 1976 р.), В. Д. Севастьянов (1976—2007 рр.) i В. П. Стойловський (з 2007 р.).

За великий обсяг проведеної наукової роботи з практичної зоології та активної дослідницької діяльності з вивчення окремої систематичної групи Асагі (кліщі) професор В. Д. Севастьянов отримав у 1980 р. Державну премію.

П'ятий — сучасний етап — триває з 1992 р. і до теперішніх часів. Нині кафедру зоології (знову об'єднану) очолює провідний фахівець з екологічних проблем сучасності, послідовник професора І. І. Пузанова, доктор біологічних наук, професор В. П. Стойловський. Він веде значну педагогічну роботу серед студентів біологічного факультету, виконує великий обсяг наукових досліджень у різних напрямках (біологія та екологія тварин), сучасна справа охорони довкілля та інші.

#### Висновки

- 1. Зроблена перша детальна періодизація діяльності кафедри зоології.
- 2. Представлені архівні документи з різних етапів її функціонування.
- 3. Показаний внесок співробітників кафедри в світову наукову скарбницю та розвиток зоологічного музею.

#### Література

- 1. *ДАОО*. Фонд 42. Опис 1—2. Справа 3. Л. Б-7.
- 2. ДАОО. Фонд 45. Опис 11. Справа 1. Л. 12.
- 3. Маркевич А. И. Двадцатипятилетіе Императорскаго Новороссійскаго Университета. Историческая записка и Академическіе списки. — Одесса: Экономическая типография, 1880. –
  - ДАОО. Фонд 42. Опис 35. Справа 61. Усі листи.
  - 5. *ДАОО*. Фонд 42. Опис 35. Справа 65. Л. 89—92.
- 6. Савчук Н. А. Одесский университет за 75 лет (1965—1940). Одесса: Типография ОГУ, 1940. — С. 13.
- 7. Назаренко Л. Ф. Зоологічний музей // Історія Одеського університету за 100 років. О. І. Юрженко. — К.: Видавництво КДУ, 1968. — С. 157—159.
- 8. Пузанов И. И. Столетние итоги зоологических исследований в Одессе // Труды Одесского госуниверситета им. И. И. Мечникова. — 1954. — T. 144. — C. 73—83.
- 9. Прендель А. Р. Роль одесских ученых в изучении фауны беспозвоночных Черного моря и ближайших материковых водоемов // Труды Одесского госуниверситета им. И. И. Мечникова. — 1894. — Т. 144. — С. 49—55.
- 10. Вклад Одесских ученых в развитие зоологической науки // И. И. Пузанов / 3-я секция Зоологические науки. Тезисы докладов Одесской общегородской биологической научной конференции, посвященной 300-летию воссоединения Украины с Россией. Одесса: Типография ОГУ, 1954. — С. 3—6.
- 11. Воспоминания бывшего студента естественного отделения физико-математического факультета Новороссийского (ныне Одесского) университета 1876—1881 гг. / А. А. Браунер // Памяти профессора Александра Александровича Браунера (1857) 1941). Сборник воспоминаний и научных трудов. — Одесса. —1997. — С. 13—30. 12. ДАОО. Фонд 42. Опис 35. Справа 65. Л. 51—54.
- 13. Богачик Т. А., Дьяков В. А., Рясиков Л. В. Вклад ученых зоологов ОНУ имени Мечникова (Новороссийского) в становление и развитие зоологического музея // Філософські пошуки. — 2003. — Випуск 14—15. — С. 141—153.
  - 14. *ДАОО*. Фонд 45. Опис 4. Справа 2296. Листи 19, 26, 47.
  - 15. ДАОО. Фонд 42. Опис 35. Справа 109. Листи 113, 115.
  - 16. ДАОО. Фонд 45. Опис 19. Справа 602. Листи 2—12.
- 17. Пилинчук О. Я. Александр Онуфриевич Ковалевский. М.: Наука, 2003. C. 113—122.

- 18. Фролов В. А. Война с микробами. Интригующие подробности открытия Мечни-
- кова. М.: Эксмо, 2008. 303 с. 19. *Бабий Т. П., Коханова Л. Л.* Биологи. Биографический справочник. К.: Наукова думка, 1984. — 815 с.
- 20. Юрэкенко О. І. Історія Одеського університету за 100 років. К.: Вид-во КДУ, 1968. — 423 c.
  - 21. ДАОО. Фонд Р 150. Опис 1. Справа 30. Лист 210.
  - 22. ДАОО. Фонд Р 5039. Опис 2. Справа 3. Лист 1—5.
- 23. Зелинский И. П. Одесский университет в 1865—1990 рр. Одесса: Маяк, 1991. — 160 c.
- 24. Савчук М. П. Одеський державний університет в роки Великої Вітчизняної війни // Развитие зоологических исследований в Одесском университете. Академик Д. К. Третьяков и его научная школа. Сборник воспоминаний и научных трудов. — Одесса, 1999. — С. 68—77.

#### В. П. Стойловский 1, Т. А. Богачик 1, Л. В. Рясиков 2

1 Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра зоологии, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

<sup>2</sup> Зоологический музей, пер. Шампанский, 2, Одесса, 65058, Украина

#### ОЧЕРК ПО ИСТОРИИ КАФЕДРЫ ЗООЛОГИИ ОДЕССКОГО (НОВОРОССИЙСКОГО) УНИВЕРСИТЕТА

#### Резюме

Рассматриваются этапы становления и развития кафедры зоологии и ее деятельность в 145-летней истории Одесского (Новороссийского) университета.

Ключевые слова: Одесский университет, кафедра зоологии, история.

### V. P. Stoilovsky <sup>1</sup>, T. A. Bogachic <sup>1</sup>, L. V. Ryasikov <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Odesa National Mechnikov University, Department of Zoology, Dvoryanska Str., 2, Odesa, 65082, Ukraine

<sup>2</sup> Zoological museum.

#### HISTORIC ESSAY DEPARTMENT OF ZOOLOGY ODESSA (NOVOROSSYISK'S) UNIVERSITY

It was considered periods foundation and development department of Zoology and her activities in 145-year history Odessa (Novorossyisk's) university.

**Key words:** Odessa university, department of zoology, history.



#### ПАМ'ЯТІ ВЧЕНОГО

19 травня 2010 виповнилося 60 років з дня народження Миколи Омеляновича Гуслякова — завідувача кафедри гідробіології та загальної екології Одеського національного університету, доктора біологічних наук.

Він народився 19 травня 1950 року в селі Стара Некрасівка Ізмаїльського району Одеської області у родині робітників. Після закінчення у 1965 році старонекрасівської восьмирічної школи вступив до Білгород-Дністровського морського рибопромислового технікуму на відділення «Іхтіологія і рибництво». Після за-

кінчення технікуму з відзнакою у 1968 році вступив на біологічний факультет Одеського державного університету імені І. І. Мечникова. Університет закінчив у 1973 році також з відзнакою. У тому ж році почав працювати асистентом кафедри ботаніки і вступив до заочної аспірантури при кафедрі морфології і систематики рослин до д. б. н., проф. Погребняка І. І. Кандидатську дисертацію «Диатомовые водоросли обрастаний прибрежной зоны Одесского залива Черного моря» захистив у 1978 році. Незабаром кафедра морфології і систематики рослин та кафедра фізіології рослин були об'єднані в кафедру ботаніки. Об'єднали також кафедри гідробіології, зоології хребетних тварин та кафедру зоології безхребетних тварин. Однак у 1990 році кафедра гідробіології була відновлена і дістала назву «Кафедра гідробіології та загальної екології». У той самий час М. О. Гусляков стає завідувачем цієї кафедри. Найголовніші наукові інтереси вченого були пов'язані з діатомовими водоростями Чорного моря і прилеглих водойм — лиманів та озер лиманного типу. Микола Омелянович зробив вагомий внесок у дослідження екологічно-біологічних особливостей водної флори. Він досліджував видову різноманітність, біологію та умови існування гідробіонтів Азово-Чорноморського басейну, основи формування і мінливість флори прибережних морських вод України з метою розробки методів управління біологічним різноманіттям і біологічною продуктивністю в умовах антропогенного впливу.

Наслідком цієї роботи стали публікації монографій: «Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов» (в співавторстві з О. О. Закордонцем і В. П. Герасим'юком) та розділу «Мікрофітобентос» в національній доповіді України з біорізноманіття Чорного моря, яка видана у Нью-Йорку під егідою ООН у 1998 році (Black Sea Biological Diversity (Ukraine)). Основні результати досліджень з морфології, систематики, екології, біогеографії діатомей неодноразово друкувалися у «Ботанічному журналі» (Росія), «Українському ботанічному журналі», «Альгології», «Гідробіологічному журналі», «Екології моря» (Україна). Всього надруковано біля 150 робіт. Головні підсумки досліджень викладені в докторській дисертації «Диатомовые водоросли бентоса Черного моря и прилегающих водоемов (морфология, систематика, экология, биогеография)», захист якої відбувся на засіданні спеціалізованої Ради при Інституті ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України у лютому 2003 року. Під керівництвом М. О. Гуслякова захищені 4 кандидатські дисертації (Герасим'юка В. П., Неврової О. Л., Нгуєн Ван Тієна, Ковтуна О. О.).

Останні роки життя доля випробувала Миколу Омеляновича на стійкість: виникли серйозні проблеми зі здоров'ям. Але він працював до останнього, складав плани на майбутнє.... Не судилося. Він пішов з життя 29 грудня 2004 року.

Залишилася кафедра, яку він очолював, залишилися книжки, ідеї, учні, залишилася пам'ять. Продовжуються дослідження, продовжується життя.

Колеги, учні

#### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

#### 1. Профіль журналу

- 1.1. «Вісник Одеського національного університету» (випуск «Біологія») здійснює такі публікації:
  - 1. Наукові статті.
  - 2. Короткі повідомлення.
  - 3. Бібліографія.
  - 4. Матеріали конференцій.
  - 5. Рецензії.
  - 6. Матеріали з історії науки та університету.
- 1.2. У певному конкретному випуску один автор має право надрукувати тільки одну самостійну статтю.
- 1.3. Мова видання українська (в окремих випадках російська або англійська).
  - 1.4. До редакції «Вісника...» подаються:

Відредагований і погоджений з редколегією текст статті, записаної на електронному носії у форматі \*.doc (гарнітура Times New Roman (Cyr), кегль 14, відстань між рядками 1,5 інтервали; поля: ліве — 2,5 см, праве — 1,5 см, верхнє — 2 см, нижнє — 2 см), набраний без застосування функції «Розстановка переносів», та два екземпляри «роздруківки» з неї.

Резюме двома додатковими мовами (зразок оформлення публікації наведено наприкінці Правил).

Колонтитул.

Рекомендація кафедри або наукової установи до друку.

#### 2. Підготовка статті — обов'язкові складові

Оригінальна стаття має включати:

- 2.1. Вступ, в якому обговорюють актуальність проблеми, формулюють мету та основні завдання дослідження.
  - 2.2. Матеріали і методи дослідження.
  - 2.3. Результати дослідження.
  - 2.4. Аналіз результатів або їх обговорення.
  - 2.5. Висновки.
  - 2.6. Список літератури.
  - 2.7. Анотацію (мовою оригіналу статті) і резюме.
  - 2.8. Ключові слова.
  - 2.9. Колонтитул.

## 3. Оформлення рукопису, обсяг. Послідовність та розташування обов'язкових складових статті

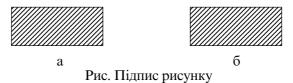
- 3.1. Обсяг рукопису наукової статті (з урахуванням рисунків, таблиць і підписів до них, анотацій, резюме, списку літератури) 8—12 сторінок друкованого тексту, оглядів до 20 сторінок, рецензій до 3 сторінок, коротких повідомлень до 2 сторінок. Рукописи більшого обсягу приймаються до журналу тільки після попереднього узгодження з редколегією.
- 3.2. Послідовність друкування окремих складових наукової статті має бути такою:

- 1. УДК в лівому верхньому кутку першого аркуша.
- 2. Прізвище та ініціали автора (авторів) мовою статті, вчений ступінь та посада (скорочено).
- 3. Назва наукової установи (в тому числі відділу, кафедри, де виконано працю).
- 4. Повна поштова адреса (за міжнародним стандартом), телефон та електронна адреса (e-mail) для співпраці з авторами.
- 5. Назва статті. Вона повинна точно відбивати зміст праці, бути короткою (в межах 9 повнозначних слів), містити ключові слова.
- 6. Анотація мовою оригіналу друкується перед початком статті з відступом 20 мм від лівого поля.
  - 7. Під анотацією друкуються ключові слова (не більше п'яти).
  - 8. Далі йде текст статті, список літератури.
- 9. Таблиці та рисунки разом з підписами та необхідними поясненнями до них розміщуються у тексті статті.
- 10. На окремому аркуші подаються резюме (російською та англійською мовами для україномовних статей; українською та англійською для російськомовних), оформлених таким чином: прізвище та ініціали автора (авторів), назва наукової установи, повна поштова адреса установи, назва статті, слово «Резюме» («Summary»), текст резюме, ключові слова.
  - 3.3. Стаття повинна бути підписана автором (авторами).

#### 4. Мовне оформлення тексту: Термінологія. Умовні скорочення, посилання. Таблиці, схеми, рисунки

- 4.1. Автори несуть повну відповідальність за бездоганне мовне оформлення тексту, за правильну українську наукову термінологію (її слід звіряти за фаховими термінологічними словниками).
- 4.2. Латинські біологічні терміни (назви видів, родів) подаються обов'язково латиницею і курсивом. За першого вживання латинської назви у дужках слід обов'язково подати український відповідник назви.
- 4.3. Якщо часто повторювані у тексті словосполучення автор вважає за потрібне скоротити, то такі абревіатури за першого вживання наводять у дужках. Наприклад: селекційно-генетичний інститут (далі СГІ).
- 4.4. Посилання на літературу подаються у тексті статті, обов'язково у квадратних дужках, цифрами. Цифра в дужках позначає номер праці у «Списку літератури». Назви праць у списку літератури розташовуються у алфавітному порядку і оформлюються за правилами ВАК (див. «Бюлетень ВАК України, 1997, № 2, с 29—31).
- 4.5. Цифровий матеріал, по можливості, слід зводити у таблиці і не дублювати у тексті. Таблиці повинні бути компактними, мати порядковий номер; графи, колонки мають бути точно визначеними логічно і графічно. Цифровий матеріал таблиць слід обробити статистично. Матеріал таблиць (як і рисунків) повинен бути зрозумілим незалежно від тексту статті.

При об'єднанні декількох рисунків або фотографій в один рисунок рекомендується позначати кожен з них прописними літерами знизу. Наприклад:



- 4.6. Рисунки виконуються у програмах «Діаграма Microsoft Graph» або «Діаграма Microsoft Excel» та вставляються у текст. Кожна крива на рисунку повинна мати номер, зміст кривих пояснюється у підписах під рисунком. На осях абсцис і ординат рисунка зазначається лише величина, що вимірюється, і розмірність в одиницях СІ (%, мм, г і т. п.).
- 4.7. У розділі «Результати досліджень» (якщо цей розділ не поєднаний з «Аналізом результатів», див. 2.4) необхідно викласти лише виявлені ефекти без коментарів всі коментарі та пояснення подаються в «Аналізі результатів». При викладі результатів слід уникати повторення змісту таблиць та рисунків, а звертати увагу на найважливіші факти та певні закономірності, що з них випливають. Математичні (хімічні) формули виконуються засобами внутрішнього редактора формул «Microsoft Equal» і, при потребі, нумеруються.
- 4.8. У розділі «Аналіз результатів» необхідно показати причинно-результативні зв'язки між встановленими ефектами, порівняти отриману інформацію з даними літератури і наголосити на виявлених нових даних. При аналізі слід посилатися на ілюстративний матеріал статті. Аналіз має закінчуватися відповіддю на питання, поставлені у вступі.

#### 5. Література

Список літератури друкується мовою оригіналу відповідної праці. Назви праць у списку літератури розташовуються у алфавітному порядку і оформлюються за правилами ВАКу.

#### Приклади бібліографічних описань

Книги, монографії

- 1.  $\Gamma$ орячковский A. M. Клиническая биохимия. Одесса: Астропринт, 1998. 608 с.
- 2. *Лизосомы*. Методы исследования / Под ред. Д. Дингла. М.: Мир, 1980. 342 с.
- 3. *Определитель* высших растений Украины. К.: Наукова думка, 1987. 546 с.
  - 4. *Флора* УРСР: В 12 т. / АН УРСР. Київ, 1965. Т. Х. 126 с.

Статті із журналів

- 2. Zhou S., Chhan E., Duan W. Drug bioactivation, covalent binding to target proteins and toxicity relevance // Drug Metab Rev. 2005. V. 37(1) P. 41—213.

*36ірки* 

- 1. Андриевский А. М., Олейник Ю. Н., Кучеров В. А., Асманская А. С. Спектр тканевых карбоксиэстераз в онтогенезе суслика крапчатого (Spermophilus suslicus Guld.) // Тез. докл. конф. «Генетика в современном обществе». Харьков, 2004. С. 12.
- 2. Клечковская Е. А., Игнатова С. А., Слепченко А. И., Махновская М. Л., Литвиненко Н. А. Селекция in vitro генотипов пшеницы с комплексной устойчивостью к фузариозу злаков // Тез. докл. VII Международной конференции «Биология клеток растений in vitro, биотехнология и сохранение генофонда». Москва, 1997. С. 372.

3. De Man J. C., Rogosa M., Sharpe M. E. Cell transfer and Interferon Studies // Abstracts of the V International symposium of immunopharmacology. — Quebec, 2000. — P. 31.

Дисертації, автореферати дисертацій

- 1. Олярник О. О. Дослідження процесів перекисного окислення ліпідів та активності ферментів антиоксидантного захисту при цукровому діабеті: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.04 / Інститут біохімії ім. О. В. Палладіна НАН України. Київ, 1998. 17 с.
- 2. Олярник О. О. Дослідження процесів перекисного окислення ліпідів та активності ферментів антиоксидантного захисту при цукровому діабеті: Дис. ... канд. біол. наук: 03.00.04. Київ, 1998. 117 с.

Депоновані наукові роботи, патенти, авторськи свідоцтва

- 1. *Рябушко Л. И*. Микрофитобентос Филлофорного поля Зернова. Севастополь: Деп. в ВИНИТИ 11. 07. 91 г., № 2981 В91, 1991. 28 с.
- 2. *Патент* України СО7Д 243/24 ФС № 953812. Спосіб отримання 3-окси7-бром-5(орто-хлор)-бенздиазепина. № 19803; Заявл. 09.04.90; Опубл. 22.06.92; НКИ 355/68. 3 с.

Скорочення назв міст при вказівці міста видання: Київ — К.; Львів — Л.; Одеса — О.; Харків — Х.; Москва — М.; Ленінград — не скорочується; Санкт-Петербург — С. Пб.; Сімферополь — Сімф.; Дніпропетровськ — Д.; Ростов на Дону — Ростов н/Д.

#### 6. Анотація. Резюме. Колонтитули

Анотація (коротка стисла характеристика змісту праці) подається мовою оригіналу статті, містить не більше 50 повнозначних слів і передує (окремим абзацом) основному тексту статті.

Резюме (короткий висновок з основними положеннями праці) подається російською та англійською мовами, містить не більше 50 повнозначних слів та друкується на окремому аркуші. Якщо стаття написана російською мовою, то резюме подається українською та англійською.

Колонтитул (короткий або скорочений чи видозмінений заголовок статті для друкування зверху на кожній сторінці тексту праці) подається мовою оригіналу статті разом з прізвищем та ініціалами автора на окремому аркуші.

Редколегія має право редагувати текст статей, рисунків та підписів до них, погоджуючи відредагований варіант з автором, а також відхиляти рукописи, якщо вони не відповідають вимогам «Вісника ОНУ». Рукописи статей, що прийняті до публікування, авторам не повертаються.

### 3MICT

### Odessa National University Herald

•

Вестник Одесского национального университета

•

# ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

**ТОМ** 15. Випуск 6

Біологія

### 2010

Українською та російською мовами

Зав. редакцією Т. М. Забанова. Дизайнер обкладинки В. І. Костецький. Технічний редактор Д. М. Островеров

Підписано до друку 21.10.2010. Формат 70×108/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 11,38. Тираж 300 прим. Вид. № 143. Зам. № 358.

Видавництво і друкарня «А с т р о п р и н т» 65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21 Тел.: (0482) 37-07-95, 37-14-25, (048) 7-855-855 (Свідоцтво ДК № 1373 від 28.05.2003 р.) www.astroprint.odessa.ua www.fotoalbom-odessa.com