

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

Odesa National University Herald

•

Вестник Одесского
национального университета

•

ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Том 14. Випуск 8

Біологія

2009

Редакційна колегія журналу:

В. А. Смінтина (головний редактор), **О. В. Запорожченко** (заступник головного редактора), **В. О. Іваниця** (заступник головного редактора), **Є. Л. Стрельцов** (заступник головного редактора), **С. Н. 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:

Т. О. Філіпова, д-р біол. наук, професор; **О. М. Слюсаренко**, д-р біол. наук, професор; **В. Д. Севастьяннов**, д-р біол. наук, професор; **С. А. Петров**, д-р біол. наук, професор; **В. О. Іваниця**, д-р біол. наук, професор; **Л. М. Карпов**, д-р біол. наук, професор; **В. М. Тоцький**, д-р біол. наук, професор (**науковий редактор**), **Т. Г. Трочинська** (**відповідальний секретар**)

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

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

Рекомендовано до друку Вченую радою біологічного факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Протокол № 11 від 03.07.2009 року.

Адреса редколегії:

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

ЗМІСТ

БІОХІМІЯ

| | |
|--|---|
| Захарієва З. Є., Будняк О. К., Сорокін А. В., Будняк О. Л., Петров С. А. | |
| Вміст метаболітів вітаміну С в органах мідій <i>Mytilus galloprovincialis</i> за дії сульфату міді | 7 |

БОТАНІКА, ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

| | |
|---|----|
| Бондаренко О. Ю., Васильєва Т. В. | |
| Рідкісні рослини флорокомплексів невеликих річок півдня Одеської області | 15 |
| Герасим'юк В. П., Герасим'юк Н. В. | |
| Мікрофітобентос степової річки Тилігул | 22 |

ГЕНЕТИКА, МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ І ЦИТОЛОГІЯ

| | |
|---|----|
| Дьяченко Л. Ф., Тоцький В. М., Файт В. І., Топтіков В. А. | |
| Динаміка експресивності пероксидази і супероксиддисмутази в процесі яровизації рослин майже ізогенних ліній пшениці сорту Миронівська 808 | 33 |
| Маркова О. А. | |
| Прогнозирование эффективности искусственного отбора по размеру кладки у волнистых попугайчиков (<i>Melopsittacus undulatus</i>) | 43 |
| Радионов Д. Б., Андриевский А. М., Хаустова Н. Д., Красносельская А. А. | |
| Анализ частот встречаемости генотипов и аллелей по локусу β -эстеразы в природных и лабораторных популяциях <i>Drosophila melanogaster</i> | 54 |
| Чеботарь Г. А., Чеботарь С. В., Моцный И. И., Лобанова Е. И., Сиволап Ю. М. | |
| Молекулярно-генетический анализ линий-аналогов мягкой пшеницы, различающихся по высоте растений | 61 |

ЗООЛОГІЯ

| | |
|---|----|
| Бурдейна С. Я., Ківганов Д. А. | |
| Пір'яні кліщі роду <i>Trouessartia Canestrini</i> , 1899 (Acari: <i>Trouessartiidae</i>) горобиних птахів України | 75 |
| Корзюков А. И., Русев И. Т., Петрович З. И., Гавриленко В. А. | |
| Численность и территориальное распространение краснозобой казарки в Азово-Черноморском регионе зимой 2008-2009 гг. | 81 |
| Олейник Ю. Н. | |
| Арифмоморфоз лучей плавников бычка-кругляка <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas) | 89 |

| | |
|--|-----|
| Хохлов С. М., Радов В. П., Крюкова М. І. | |
| Особливості гістології та функції м'язів райдужки ока сазана | 97 |
| ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ | 101 |

БІОХІМІЯ

З. Є. Захарієва, канд. біол. наук, доцент,
О. К. Будняк, канд. біол. наук, доцент,
А. В. Сорокін, канд. біол. наук, доцент,
О. Л. Будняк, аспірант, С. А. Петров, д-р біол. наук, професор
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра біохімії,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

ВМІСТ МЕТАБОЛІТІВ ВІТАМІНУ С В ОРГАНАХ МІДІЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ЗА ДІЇ СУЛЬФАТУ МІДІ

Вивчали вплив різних концентрацій сульфату міді на вміст метаболітів вітаміну С в органах чорноморських мідій *Mytilus galloprovincialis*. Загальна кількість вітаміну С зменшується зворотно пропорційно концентрації токсиканту. При помірних концентраціях сульфату міді (15,6 та 156 нмоль/л) в тканинах мідій накопичується дегідроаскорбінова кислота, а велика концентрація сульфату міді (1560 нмоль/л) призводить до незворотнього перетворення дегідроаскорбінової кислоти у дикетогулонову кислоту.

Ключові слова: аскорбінова кислота, метаболіти, чорноморські мідії.

Мідії як біофільтратори у процесі своєї життєдіяльності контактиують з великою кількістю токсичних речовин, що надходять до них із забрудненого навколишнього середовища. Загальні риси процесів, що відбуваються за таких обставин у головних біохімічних циклах мідій, відомі [3], але, якщо ферментні системи цих циклів більш — менш вивчені, то в меншій мірі це стосується балансу і метаболізму вітамінів та їх коферментних форм. Не виключенням з цього є і вітамін С, оскільки його вміст у тканинах мідій вивчався, як за правило, лише з точки зору їх харчової цінності [4]. Практично не визначені перетворення у мідій власне аскорбінової кислоти (АК) та її метаболітів — дегідроаскорбінової кислоти (ДАК) і дикетогулонової кислоти (ДКГК). В зв'язку з цим мета даного дослідження — оцінити дію різних концентрацій сульфату міді на вміст метаболітів вітаміну С в органах чорноморських мідій *Mytilus galloprovincialis*.

Ця робота є продовженням досліджень, по визначенню впливу найбільш суттєвих для Чорного моря токсикантів на біохімічні перетворення в тканинах мідій.

Матеріали та методи

Чорноморські мідії розміром 3–4 см збирали в лютому-березні 2007 року в прибережній частині акваторії Одеської затоки. Їх поміщали в акваріуми із розрахунку 1 мідія на 1 дм³ морської води. Для адаптації мідій витримували в умовах штучної аерації протягом 2 діб. Тварин ділили на чотири групи: перша група — контрольна, де мідії знаходилися в морській

аерованій воді, друга — мідії були в морській воді, що містила сульфат міді в концентрації 15,6 нмоль/л, третя та четверта — в морській воді із вмістом сульфату міді, відповідно 156 та 1560 нмоль/л. Час витримки мідії у присутності солей — дві доби (після акліматизації до лабораторних умов). Після закінчення терміну інкубації мідії використовували для біохімічних досліджень. В гомогенатах їх органів визначали вміст аскорбінової кислоти та її похідних (загальна аскорбінова кислота — ЗАК, саме аскорбінова кислота — АК, дегідроаскорбінова кислота — ДАК, дікетогулонова кислота — ДКГК) за Соколовським, Лебедєвою, Ліелуп, 1974 [5]. Дані оброблені статистично [2].

Результаты дослідження

Отримані дані щодо дії сульфату міді на вміст загального вітаміну С в органах чорноморських мідій представлені в табл. 1.

Як видно з таблиці, найбільший вміст загального вітаміну С спостерігається у зябрах, далі за зменшенням показника йшли мантія, гепатопанкреас та нога, хоч різниця між ними не була істотною. Дія сульфату міді стає достовірною за концентрацій 15,6 та 156 нмоль/л, причому рівень загальної аскорбінової кислоти відповідно зменшується у всіх органах із підвищеннем концентрації токсиканту.

Таблиця 1

Дія сульфату міді на вміст вітаміну С (мг%) в органах мідій, n=8

| Концентрація CuSO ₄ , нмоль/л | Органи | | | |
|--|----------|----------|----------------|----------|
| | Зябри | Мантія | Гепатопанкреас | Нога |
| Контроль | 11,1±1,0 | 8,5±0,8 | 7,1±0,7 | 5,8±0,5 |
| 15,6 | 10,5±1,0 | 8,3±0,8 | 6,6±0,7 | 5,2±0,5 |
| 156 | 9,8±0,8 | 7,5±0,6* | 5,1±0,5* | 4,4±0,4* |
| 1560 | 7,8±0,6* | 5,9±0,5* | 4,3±0,4* | 3,4±0,3* |

Примітка: * — різниця з контролем достовірна, p≤0,05.

Інтенсивність метаболізму вітаміну С можна простежити, вивчаючи співвідношення вмісту вітаміну С та його метаболітів, а саме власне АК, ДАК та ДКГК (рис.1-4).

Згідно отриманих даних вже концентрація 15,6 нмоль/л призводить до змін у співвідношенні метаболітів вітаміну С. Із підвищеннем концентрації сульфату міді такі зміни стають більш суттевими. Так, при дії сульфату міді у концентрації 15,6 та 156 нмоль/л спостерігалося відповідне підвищення процентної частки ДАК за рахунок АК та ДКТГ. Це може свідчити про підвищення рівня окиснювальних процесів в органах, що призвело до зростання процесів окиснення АК у ДАК.

На тлі зменшення загальної аскорбінової кислоти доза сульфату міді у 1560 нмоль/л призводила до суттевого зменшення ДАК і відповідного накопичення ДКТГ, тобто вітамінна форма вітаміну С незворотньо окиснювалася до ДКТГ, при цьому частка АК трохи підвищувалася.

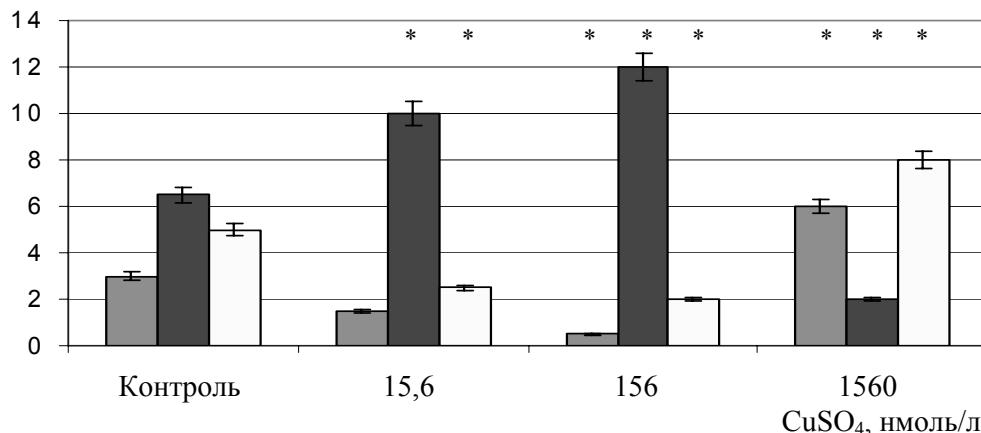


Рис. 1. Відсоткова частка метаболітів вітаміну С від його загальної кількості за дією сульфату міді у гепатопанкреасі мідій (%)

Примітки: Тут і далі: 1. ■ АК ■ ДАК □ ДКТГ
2. : * - різниця з контролем достовірна, $p \leq 0,05$.

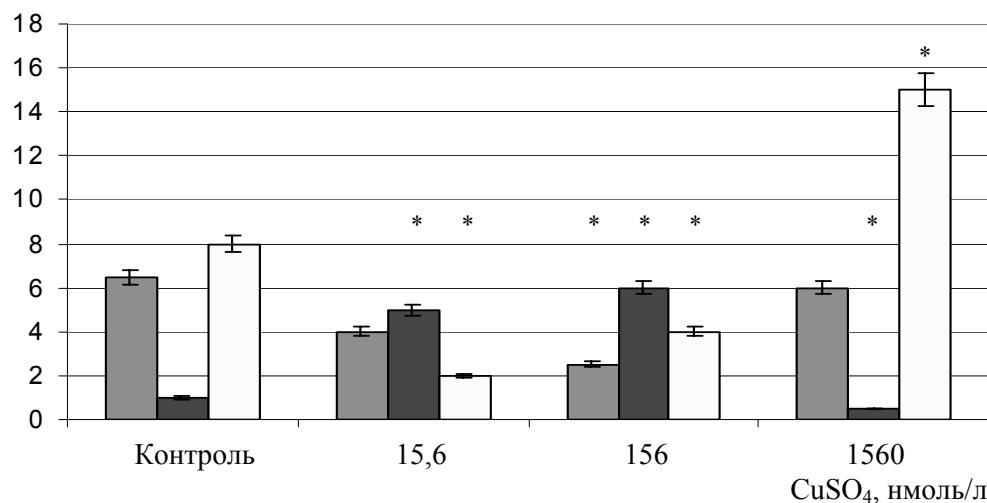


Рис. 2. Відсоткова частка метаболітів вітаміну С від його загальної кількості за дією сульфату міді у нозі мідій (%)

Більш точно ці та інші закономірності наведено у табл. 2, де представлено зміни у співвідношеннях АК\ДАК, АК\ДКТГ, АК\ЗАК за впливу на мідій різних концентрацій сульфату міді.

Таким чином, різні концентрації токсиканту призводять до різних пристосувальних ефектів. Висока концентрація сульфату міді (1560 нмоль/л) призводить до найбільш істотного перерозподілу досліджуваних сполук у всіх тканинах мідій.

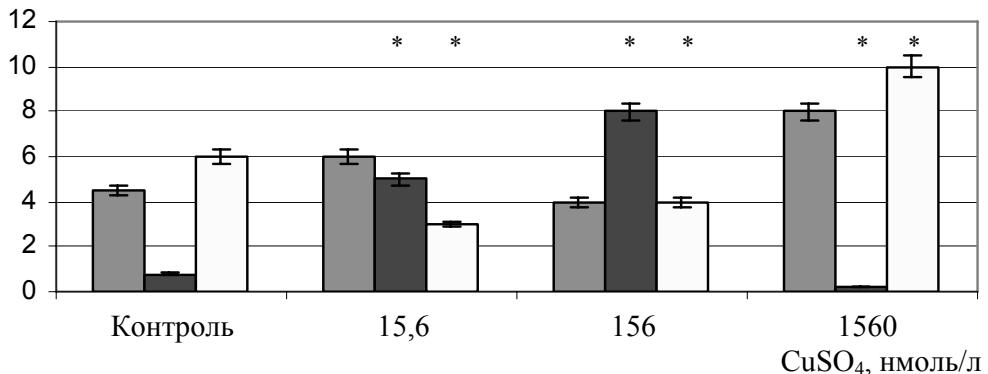


Рис. 3. Відсоткова частка метаболітів вітаміну С від його загальної кількості за дією сульфату міді у зябрах мідій (%)

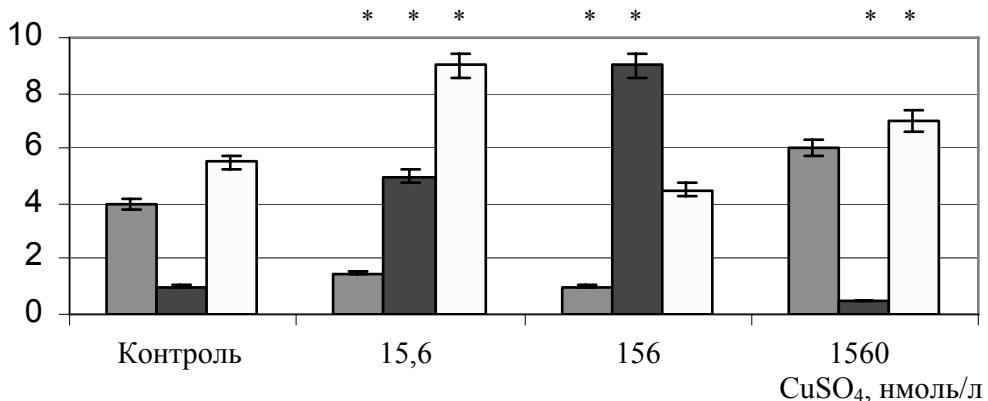


Рис. 4. Відсоткова частка метаболітів вітаміну С від його загальної кількості за дією сульфату міді в мантії мідій (%)

Мідь — один із важливіших мікроелементів, необхідних для життєдіяльності людини, тварин, рослин. У мідій мідь в найбільшій кількості міститься у гемолімфі у складі гемоціаніну, який транспортує кисень від зябер молюска до тканин і вуглекислий газ — у зворотньому напрямку. Мідь міститься у складі мідь-залежних ферментів, серед яких важливе значення мають термінальні оксидази. Це цитохромоксидаза, фенолоксидаза, пероксидаза, а також, церулоплазмін та аскорбатоксидаза, яка є тільки у рослин. Інші ферменти, які містять мідь у своєму складі, це супероксиддисмутаза (СОД), тирозиназа, дофамін-β-гідроксилаза, амінооксидаза та ін.

Надмірне надходження міді інгібує активність окиснювальних ферментів, що може призводити до загибелі клітин. Порушення кровообігу підсилює тканеву гіпоксію. Надлишок міді пригнічує дію мембральної АТФази, інгібує ферменти та кофактори, що містять SH-групи (глутатіон, ліпоєва

кислота) і призводить до затримки окиснення у тканинах метаболітів вуглеводного обміну (пентозофосфатний шлях (ПФШ), гліколіз) [1].

Таблиця 2

Співвідношення метаболітів вітаміну С за дії сульфату міді

| Орган | Співвідношення метаболітів | Концентрації CuSO ₄ , нмоль/л | | | |
|----------------|----------------------------|--|------|------|------|
| | | контроль | 15,6 | 156 | 1560 |
| Гепатопанкреас | АК\ДАК | 0,46 | 0,15 | 0,04 | 3,00 |
| | АК\ДКТГ | 0,60 | 0,60 | 0,25 | 0,75 |
| | АК\ЗАК | 0,21 | 0,11 | 0,03 | 0,38 |
| Нога | АК\ДАК | 6,50 | 0,80 | 0,42 | 4,00 |
| | АК\ДКТГ | 0,81 | 2,00 | 0,63 | 0,43 |
| | АК\ЗАК | 0,42 | 0,36 | 0,20 | 0,28 |
| Зябри | АК\ДАК | 0,03 | 0,13 | 0,08 | 0,09 |
| | АК\ДКТГ | 0,25 | 0,05 | 0,06 | 0,88 |
| | АК\ЗАК | 0,49 | 0,29 | 0,17 | 1,34 |
| Мантія | АК\ДАК | 13,17 | 2,72 | 2,42 | 2,98 |
| | АК\ДКТГ | 1,65 | 6,79 | 3,63 | 0,32 |
| | АК\ЗАК | 0,85 | 1,23 | 1,16 | 0,21 |

Відомо, що аскорбінова кислота спроможна неферментативно відновлювати іони міді, при цьому утворюється ДАК. Остання за допомогою НАДФН (утворюється у ПФШ) та відновленого глутатіону швидко відновлюється до АК. Окиснення АК у ДАК можуть каталізувати термінальні оксидази — цитохромоксидаза, фенолоксидаза, пероксидаза та ін. Таким чином, підвищення рівня міді, з одного боку, підсилює перетворення АК у ДАК, з іншого — цей процес може стимулюватися вище зазначеними мідь-залежними ферментами. Інгібування SH-груп та роботи ПФШ буде затримувати відновлення ДАК у АК. Усе це може пояснювати накопичення ДАК у органах мідій за дії незначних концентрацій міді і накопичення ДКТГ за високих концентрацій цього токсиканту. При цьому загальна концентрація вітаміну С зменшується.

З'ясування механізмів впливу міді на обмін аскорбінової кислоти потребує окремого вивчення.

Висновки

1. Зростання концентрації сульфату міді в навколошньому середовищі (морській воді) призводило до зменшення вмісту загальної аскорбінової кислоти в органах чорноморських мідій.
2. При концентрації сульфату міді 15,6 та 156 нмоль/л спостерігається підвищення частки ДАК відносно інших метаболітів вітаміну С, що, можливо, є наслідком використання АК на процеси окиснення, які стимульовані міддю.
3. Концентрація сульфату міді у 1560 нмоль/л призводить до незворотнього перетворення ДАК у невітамінну форму — ДКТГ.

Література

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риши М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. — М.: Медицина, 1951. — 496 с.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. — Москва, Практика, 1998. — 459 с.
3. Громосова С.А., Шапиро А.З. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 120 с.
4. Смоляр В.И. Рациональное питание. — К.: Наукова думка, 1991. — 368 с.
5. Соколовский В. В., Лебедева Л.В., Лиэлуп Т.В. О методе разделенного определения аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и дикетогулоновой кислот в биологических тканях // Лабораторное дело, 1974. — №3. — С. 160–162.

**З. Е. Захарієва, А. К. Будняк, А. В. Сорокін, Е. Л. Будняк,
С. А. Петров**

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

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАБОЛИТОВ ВИТАМИНА С В ОРГАНАХ МИДИЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ПОД ДЕЙСТВИЕМ СУЛЬФАТА МЕДИ

Резюме

Изучено действие ионов меди на показатели содержания метаболитов витамина С в органах черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis*. Общее количество витамина С уменьшается обратно пропорционально концентрации токсиканта. При этом при концентрации сульфата меди 15,6 и 156 нмоль/л накапливается дегидроаскорбиновая кислота, а высокая концентрация меди (1560 нмоль/л) приводит к необратимому превращению дегидроаскорбиновой кислоты в дикетогуловую кислоту.

Ключевые слова: аскорбиновая кислота, метаболиты, черноморские мидии.

**Z. E. Zaharieva, O. K. Budnyak, A. V. Sorokin, O. L. Budnyak,
S. A. Petrov**

Odesa National Mechnykov University, Department of Biochemistry,
Dvoryanska Str., 2, Odesa, 65082, Ukraine

VITAMIN C METABOLITES CONCENTRATIONS IN THE ORGANS OF MUSSELS *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* UNDER COPPER SULPHATE ACTION

Summary

The effect of copper sulphate on the concentrations of vitamin C metabolites in the organs of black sea mussels of *Mytilus galloprovincialis* was studied. The common amount of vitamin C decrease inversely proportional to the concentration of copper sulphate. Thus at the concentration of copper sulphate (15,6 та 156 nmol/l) level of dehydroascorbic acid increases, and the high concentration of copper sulphate (1560 nmol/l) results in irreversible destruction of dehydroascorbic acid into diketogulonic acid.

Keywords: ascorbic acid, metabolites, black sea mussels.

БОТАНІКА,
ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 581.9(477.74)

**О. Ю. Бондаренко, ст. лаборант,
Т. В. Васильєва, канд. біол. наук, доц.**
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
біологічний факультет,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

РІДКІСНІ РОСЛИНИ ФЛОРОКОМПЛЕКСІВ НЕВЕЛИКИХ РІЧОК ПІВДНЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вивчені рідкісні та зникаючі рослини чотирьох різних річок Одеської області: Тилігул, Великий Куяльник, Свинна, Балай (Балайчук). Виявлено 29 видів з 25 родів та 13 родин, проаналізовано рівень їх охорони і вивчено розповсюдження у флорокомплексах названих річок.

Ключові слова: рідкісні рослини, флорокомплекси річок, Одеська область.

Вступ

Рідкісні рослини є своєрідним індикатором унікальності певної флори та її стану. Вивчення таких видів важливе не тільки для охорони навколошнього природного середовища, збереження його біорізноманітності, але й для визначення подальших шляхів еволюції певної флори.

Метою роботи стало виявлення рідкісних видів у флорокомплексах окремих невеликих річок півдня Одеської області в межах Одеського геоботанічного округу [1], оцінка ефективності їх охорони та стріバルності у флорокомплексах різних річок.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у період вегетації рослин протягом 2001–2008 років з використанням екскурсійно — маршрутного методу. В процесі роботи виявляли та реєстрували місця зростання видів, які охороняються на місцевому, державному, європейському та світовому рівнях [2, 3, 4, 5]. Визначення видів здійснювали за допомогою визначника [6]. Назви таксонів наводяться відповідно до Mosyakin & Fedoronchuk [7]. Географічні та адміністративні назви в тексті вживаються згідно з такими на топографічній карті [8].

Відповідно до визначень Г. І. Швебса та М. І. Ігошина [9], річки Тилігул і Великий Куяльник відносяться до категорії “середня річка”, Балай (Балайчук) та Свинна — до категорії “струмок”. Вказані річки різnobічно характеризують обстежувану територію. В даній роботі відносно цих річок використовується поняття “невелика річка” на противагу “великим річкам”, протяжність яких понад 1000 км та площа водозбору більше ніж 50000 км².

Одержані результати та їх обговорення

Обстежувана територія відноситься до зони недостатньої водності. Річкова сітка тут розвинена доволі слабко. В цілому на території всієї Одеської області нараховується 1143 річки і їх притоки; більше 75 малих річок мають довжину 10 км, з них лише п'ять — більше 100 км. Малі річки характеризуються вузькими басейнами, незначною протяжністю, впадають у прибережні лимани. Схили їх долин сильно порізані сіткою балок та ярів. Коефіцієнт щільноті річкової системи в середньому по області складає $0,12 - 0,15 \text{ км}/\text{км}^2$ [9 — 12]. Режим малих річок маловодний, він визначається місцевими фізико-географічними умовами. Ці річки живляться переважно за рахунок опадів, а у посушливі роки, особливо влітку, пересихають. Внаслідок згінно-нагінних процесів русла малих річок замулюються, заростають рослинністю і втрачають дренуючу здатність [9, 11, 13, 14].

Ми вивчали флору таких річок, як:

— Тилігул, друга за величиною річка в Одеській області протяжністю 175 км і площею водозбору 3550 км^2 . Річка впадає у Тилігульський лиман і має від'ємну позначку рівня гирла ($-0,5 \text{ м}$). Загальна площа її заболочених ділянок — більше 30 км^2 [10]. Долина річки пролягає у синклінальному прогині пластів сармату і понту з південних відрогів Українського кристалічного щита [15, 16].

— Великий Куяльник (В. Куяльник), який впадає у Куяльницький лиман, наприкінці XVIII ст. мав солонувату воду, болотисте та поросле очеретом русло [17]. Нині загальна довжина річки — близько 150 км, а загальна площа водозбору становить 1860 км^2 . Вона має лише 3 притоки [11].

— Балай (Балайчук) — впадає у Тилігульський лиман, має довжину 52 км; площа басейну 586 км^2 [9].

— Свинна, що живить Хаджибейський лиман. Наприкінці XVIII ст. вона також мала незначний та сезонний рівень води [17]. Загальна довжина річки 41 км, загальна площа водозбору — 871 км^2 . Річка має одну притоку [11].

Загалом, стан малих річок в області викликає особливе занепокоєння через надмірний антропогенний тиск у їх басейнах, внаслідок чого вони деградують, а подекуди й зникають [11, 18].

Флорокомплекси всіх зазначених річок досліджувалися на територіях, що знаходяться у межах Одеського геоботанічного округу [1].

Перелік рідкісних видів з позначенням категорії їх охорони, а також їх наявність та стріバルність у флорокомплексах окремих річок та стрічальність кожної малої річки наведено у табл. 1.

Таким чином, у флорокомплексах обстежених річок було знайдено рідкісні рослини, які відносяться до 29 видів з 25 родів та 13 родин. Кількість рідкісних видів рослин у флорокомплексах окремих річок, кількість родів та родин, до яких вони відносяться, а також — загальна кількість таксонів флорокомплексів цих річок наводиться у табл. 2.

Найбільшу кількість рідкісних видів знайдено у флорокомплексах річок Балай (18) та В. Куяльник (16).

Таблиця 1

Спектр рідкісних видів малих річок півдня Одеської області

| Назви видів та родин | Категорія охорони | Назва річок | | | |
|---|---------------------------|-------------|-------|--------|------------------|
| | | Тилігул | Балай | Свинна | Великий Куяльник |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Asteraceae</i> | | | | | |
| <i>Centaurea marschalliana</i> Spreng. | CPOO* | + | | | |
| <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench | CPOO (3) | | + | | + |
| <i>Berberidaceae</i> | | | | | |
| <i>Gymnospermium odessanum</i> (DC.) Takht. | ЧКУ (2), СЧС (1) | | | | + |
| <i>Campanulaceae</i> | | | | | |
| <i>Campanula glomerata</i> L. | CPOO (3) | | | | + |
| <i>C. persicifolia</i> L. | CPOO (3) | | + | + | + |
| <i>Caryophyllaceae</i> | | | | | |
| <i>Buffonia tenuifolia</i> L. | CPOO (2) | | | + | + |
| <i>Gypsophila collina</i> Steven ex Ser. | CPOO* | | | + | |
| <i>Kohlrauschia prolifera</i> (L.) Kunth. | CPOO (3) | + | | + | |
| <i>Minuartia hypanica</i> Klokov | CPOO (2) | + | | | |
| <i>Paronychia cephalotes</i> (M.Bieb.) Besser | CPOO (3) | | + | | |
| <i>Ephedraceae</i> | | | | | |
| <i>Ephedra distachya</i> L. | CPOO (3) | + | + | | + |
| <i>Fabaceae</i> | | | | | |
| <i>Astragalus dasyanthus</i> Pall. | ЧКУ (2), СЧС (R), ЄЧС (1) | | + | | + |
| <i>Hyacinthaceae</i> | | | | | |
| <i>Bellevalia sarmatica</i> (Pall. ex Georgi) Woronow | CPOO (2) | | + | + | |
| <i>Hyacinthella leucophaea</i> (K.Koch) Schur | CPOO (3) | + | | | |
| <i>Leopoldia tenuiflora</i> (Tausch) Heldr. | CPOO (3) | | + | | |
| <i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten. | CPOO* | + | | | |
| <i>Iridaceae</i> | | | | | |
| <i>Crocus reticulatus</i> Steven ex Adams | ЧКУ (3) | + | | | + |
| <i>Iris halophila</i> Pall. | CPOO (3) | | + | + | + |
| <i>I. pumila</i> L. | CPOO (3) | + | + | + | + |
| <i>Lamiaceae</i> | | | | | |
| <i>Phlomis hybrida</i> Zelen. | ЄЧС (1) | | + | | |
| <i>Linaceae</i> | | | | | |
| <i>Linum linearifolium</i> Jav. | CPOO (2) | | + | + | + |
| <i>Poaceae</i> | | | | | |
| <i>Stipa capillata</i> L. | ЧКУ (3) | + | + | + | + |

Продовження табл. 1

| Назви видів та родин | Категорія охорони | Назва річок | | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|-------|--------|------------------|
| | | Тилігул | Балай | Свинна | Великий Куяльник |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>S. lessingiana</i> Trin. & Rupr. | ЧКУ (2) | + | + | + | |
| <i>Ranunculaceae</i> | | | | | |
| <i>Adonis vernalis</i> L. | CPOO (3) | + | + | | + |
| <i>A. wolgensis</i> Steven | CPOO (3) | + | + | + | + |
| <i>Anemone sylvestris</i> L. | CPOO (3) | | | | + |
| <i>Clematis integrifolia</i> L. | CPOO (3) | | + | + | |
| <i>Rosaceae</i> | | | | | |
| <i>Amygdalus nana</i> L. | CPOO (3) | | + | + | + |
| <i>Rosa diacantha</i> Chrshan. | CPOO (3) | | + | + | |

Умовні позначення: СЧС — Світовий Червоний список [4], ЄЧС — Європейський Червоний список [2], ЧКУ — Червона книга України [3], СРОО — Список рідкісних та зникаючих рослин Одеської області [5], СРОО* — види, перспективні для охорони в Одеській області [5].

Таблиця 2

Систематична характеристика флорокомплексів обстежених річок

| Назва річок | Кількість рідкісних рослин | | | Загальна кількість | | |
|-------------|----------------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | видів | родів | родин | видів | родів | родин |
| Балай | 18 | 15 | 12 | 294 | 195 | 58 |
| В. Куяльник | 16 | 13 | 11 | 322 | 219 | 63 |
| Свинна | 14 | 12 | 9 | 279 | 187 | 53 |
| Тилігул | 10 | 8 | 7 | 189 | 129 | 41 |

Встановлено відсоткові частки видів, родів та родин, які представляють знайдені види рідкісних рослин у флорокомплексах відповідних річок. Отримані результати представлено у табл. 3.

Таблиця 3

Частка рідкісних видів, їх родів та родин у флорокомплексах річок (% від загальної кількості видів)

| Назва річок | Відсоткова частка | | |
|-------------|-------------------|-------|-------|
| | видів | родів | родин |
| Балай | 6,1 | 7,7 | 20,7 |
| В. Куяльник | 5,0 | 5,9 | 17,5 |
| Свинна | 5,0 | 6,4 | 17,0 |
| Тилігул | 5,3 | 6,2 | 17,1 |

Як видно з табл. 3, відсоткова частка рідкісних видів найвища у флорокомплексах річки Балай, в той час як на інших річках вона приблизно однаакова.

Завдяки нашим дослідженням виявлено, що рідкісними рослинами, які зустрічаються у флорокомплексах всіх чотирьох річок, є лише три види; два з них охороняються на місцевому рівні та мають третю категорію охоплення.

рони: *Adonis wolgensis* Steven (горицвіт волзький) та *Iris pumila* L. (півники карликові), ареали яких скорочуються. Спільним для досліджуваних флоро- комплексів є також один вид з Червоної книги України, що має третю категорію охорони — *Stipa capillata* L. (ковила волосиста). Проте, флорокомплекси кожної річки мають свої особливості.

У флорокомплексах річки Балай відмічено найбільшу відсоткову частку видів, родів та родин рідкісних рослин у загальній кількості цих таксонів. З них 14 видів охороняються на місцевому рівні та внесені до Списку рідкісних та зникаючих видів Одеської області. Серед них лише два види рослин мають другу категорію охорони: *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow (белевалія сарматська) та *Linum linearifolium* Jav. (льон лінійно-листий).

Тут знайдено також три види рослин, занесених до Червоної книги України, серед яких *Astragalus dasyanthus* Pall. (астрагал шерстистоквітковий), що наводиться також у Світовому та Європейському Червоних списках. На схилах річки зустрічається ще одна рослина, занесена до Європейського Червоного списку — *Phlomis hybrida* Zelen. (залізняк колючий).

У флорокомплексі В. Куюльнику виявлено 12 видів, що відносяться до Списку рідкісних та зникаючих видів Одеської області. З них два мають другу категорію охорони як рідкісні ендемічні рослини: *Buffonia tenuifolia* L. (бюфонія дрібноквіткова) і *Linum linearifolium* Jav. Чотири види — з Червоної книги України, причому такі види як *Astragalus dasyanthus* Pall. та *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. (гімносперміум одеський) одночасно охороняються і на світовому рівні. Останній вид наведено також у Європейському Червоному списку.

Флорокомплекси річки Свинної представлені 11 видами, що охороняються на місцевому рівні, з них три види рослин характеризуються другою категорією охорони. Ще два види занесено до Червоної книги України. На схилах лиману виявлено ще один перспективний для охорони на місцевому рівні вид -*Gypsophila collina* Steven ex Ser. (лециця горбкова).

В околицях річки Тилігул мешкає сім видів, що внесені до списку рідкісних та зникаючих видів Одеської області. З них лише один вид має другу категорію охорони — *Minuartia hypanica* Klokov (мінуарція бузька), оскільки є рідкісною ендемічною рослиною. Решта видів мають третю категорію охорони. Вони переважно характеризуються як рослини, ареал яких скорочується. В обстежених флорокомплексах є також три види, що внесені до Червоної книги України, зокрема *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr. (ковила Лессінга), що має другу категорію охорони. Крім того, виявлено два перспективні для охорони в Одеські області види: *Centaurea marschalliana* Spreng. (волошка Маршалла) та *Muscat neglectum* Guss. ex Ten. (гадюча цибулька занедбана).

Висновки

Найбільшу кількість рідкісних видів знайдено у флорокомплексах річок Балай (18) та В. Куюльник (16), менше рідкісних видів — у флорокомплексах річок Свинна (14) та Тилігул (10).

Встановлено, що відсоткові частки у флорокомплексах досліджених річок найбільші у малої річки Балай: 6,1% видів, 7,7% родів та 20,7% родин. У флорокомплексах інших річок рідкісні види складають меншу відсоткову частку.

Флорокомплекси вивчених невеликих річок регіону зберігають суттєву частку рідкісних видів, які охороняються на місцевому, державному, європейському та світовому рівнях. На видовий склад досліджуваних флорокомплексів істотно впливає антропогенний тиск.

Література

1. Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій // Укр. ботан. журн. — 2003. — Т. 60, № 1. — С. 6-17.
2. Европейский Красный список животных и растений, находящихся под угрозой исчезновения во всемирном масштабе. — Нью-Йорк, 1992. — 167 с.
3. Червона книга України. — К.: Наук. думка, 1996. — 608 с.
4. Walter K. S. & H. J. Gillett [ods] (1998): 1997 IUCN Red list of Threatened Plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre IUCN — The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1998. ixiv + 862 pp.
5. Рішення Одеської Обласної Ради № 180-XXIII від 21.04.2000 р.
6. Определитель высших растений Украины. — К.: Наук. думка, 1987. — 548 с.
7. Mosyakin S. L., Fedorovichuk M. M. Vascular Plants of Ukraine. A nomenclature Checklist. — Kiev, 1999. — 345 р.
8. Топографическая карта. Украина. Одесская обл. — К.: Аспект, 1992.
9. Швебс Г. І., Ігошин М. І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. — Одеса: Астропrint, 2003. — 392 с.
10. Коновалова Н. І. Гідрографія Одесської області // Труды Одесского госуниверситета им. И. И. Мечникова. Сер. Геолого-географические науки. — 1962. — Т. 152. Вып 10. — С. 60-68.
11. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана. — Киев — Одесса: Высшая школа, 1979. — 144 с.
12. Рослинний світ. Звіт про стан навколошнього природного середовища в Одеській області у 2004 році. // Причорноморський екологічний бюллетень. — червень 2005. — № 2 (16). — С. 82-88.
13. Дубына Д. В., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Плавни Причорномор'я. — К.: Наук. думка, 1989. — 272 с.
14. Екологічні проблеми. Звіт про стан навколошнього природного середовища в Одеській області у 2004 році // Причорноморський екологічний бюллетень. — червень 2005. — № 2 (16). — С. 106-115.
15. Дроздов А. М. Рельєф // Труды Одесского госуниверситета им. И. И. Мечникова. Сер. Геолого-географические науки. — 1962. — Т. 152. Вып 10. — С. 41-51.
16. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Костильов О. В. Степова рослинність схилів Тилігульського лиману // Укр. ботан. журн. — 1981. — Т. 38, № 4. — С. 10-13.
17. Наследие Де-Волана: Из истории порта, города, края. — Одесса: Астропrint, 2002. — 256 с.
18. Звіт про стан навколошнього природного середовища в Одеській області у 2007 році // Причорноморський екологічний бюллетень. — жовтень 2008. — № 3 (29). — С. 10-129.

Е. Ю. Бондаренко, Т. В. Васильєва

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

РЕДКИЕ РАСТЕНИЯ ФЛОРОКОМПЛЕКСОВ НЕБОЛЬШИХ РЕК ЮГА ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Резюме

Изучены редкие и исчезающие растения четырех различающихся по длине рек юга Одесской области: Тилигул, Большой Куюльник, Свиная и Балай. Выявлено 29 видов из 25 родов и 13 семейств, проанализирован уровень их охраны и изучено их распространение в флорокомплексах указанных рек.

Ключевые слова: редкие растения, флорокомплексы рек, Одесская область.

O. Yu. Bondarenko, T. V. Vasyljeva

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

RARE PLANTS OF LITTLE RIVERS OF ODESA REGION SOUTH FLOROCOMPLEXES

Summary

There were investigated rare and disappeared plants from the florocomplexes of Odesa region four rivers: the Tyligul, the Big Kujalnik, the Svinaya and the Balay which had different sizes. They had 29 species from 25 genera and 13 families. It was analyzed the level of their defense and was investigated their spreading in those rivers florocomplexes.

Key words: rare and disappeared plants, rivers florocomplexes, Odesa region.

УДК 574.5(477.42)

В. П. Герасим'юк, канд. біол. наук, доц., **Н. В. Герасим'юк**, студ.
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра ботаніки,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

МІКРОФІТОБЕНТОС СТЕПОВОЇ РІЧКИ ТИЛІГУЛ

Досліджено видовий склад водоростей мікрофітобентосу р. Тилігул. Виявлено 74 види, які відносяться до чотирьох відділів: *Bacillariophyta* (49 видів), *Cyanophyta* (16), *Chlorophyta* (7) і *Euglenophyta* (2). Майже весь список мікроскопічних водоростей бентосу р. Тилігул наведено вперше.

Ключові слова: водорості, мікрофітобентос, вид, річка Тилігул.

Річка Тилігул, яка належить до малих степових річок України, відіграє важливу роль у формуванні водного режиму Тилігульського лиману. Вона бере свій початок на південно-східних схилах Подільської височини біля села Олександрівка Котовського району і впадає у Тилігульський лиман, який за допомогою каналу з'єднується з Чорним морем. Довжина річки складає 173 км, ширина коливається від 10 до 20 м, площа басейну сягає 3550 кв. км [1]. Живлення водойми переважно снігове. Тилігул пересихає у верхній та середній течії на 5-7 місяців. Судноплавство у теперішній час відсутнє, річка використовується для зрошення.

Водорости малих річок відіграють суттєву роль у збагаченні водойм киснем, утворенні органічної речовини, мулистих відкладень, очищенні річок від забруднень. Вони є цінним об'єктом живлення багатьох тварин — інфузорій, ракоподібних, молюсків та риб. Проте, незважаючи на важливе значення водоростей, вони ще не досить добре вивчені у малих степових річках Північно-Західного Причорномор'я, а саме у р. Тилігул — районі наших досліджень. Про це свідчить і невелика [2; 3] кількість робіт, присвячених водоростям цієї водойми. В опублікованих працях описано 25 видів водоростей-макрофітів та 38 видів вищих водних рослин.

Метою даної роботи є встановлення біологічної різноманітності мікроскопічних водоростей бентосу р. Тилігул.

Матеріали і методи досліджень

Матеріалом для досліджень були проби, які зібрані у період з серпня 2005 по травень 2008 року на 4 станціях р. Тилігул. Всього було зібрано та оброблено 12 проб. Мікроскопічні водорости виявляли на водоростях-макрофітах (*Chara connivens* Salzm. ex A. Br., *Spirogyra decimina* (Müll.) Kütz., *Vaucheria sessilis* (Vauch.) DC.), вищих водних рослинах (*Ceratophyllum demersum* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Potamogeton crispus* L., *Typha latifolia* L.) та мулистих ґрунтах. Збір і обробку матеріалів здійснювали за загально визнаними методиками [4].

Вивчення структури клітин і таломів водоростей з метою їх таксономічного визначення провадили за допомогою світлових мікроскопів “XSP-104” (Росія), “PZO” (Польща).

Виявлені мікроскопічні водорости р. Тилігул визначали за українськими та європейськими визначниками [5; 6; 7; 8].

Результати дослідження

За період досліджень в акваторії р. Тилігул нами було знайдено 74 види, різновиди та форми мікроскопічних водоростей, які відносяться до чотирьох відділів (табл. 1).

Таблиця 1

Види водоростей р. Тилігул, їх екологічні особливості та географічне поширення

| Таксони | Екологія | | | | Географічне поширення |
|--|--------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| | Місце- зростан- ня | Галоб- ність | Ацидо- філь- ність | Сапроб- ність | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Cyanophyta</i> | | | | | |
| <i>Chroococcophyceae</i> | | | | | |
| <i>Chroococcales</i> | | | | | |
| <i>Gloeocapsa</i> (Kütz.) Hollerb. | | | | | |
| 1. <i>Gloeocapsa</i> sp. | пл | | | | |
| <i>Merismopedia</i> (Meyen) Elenk. | | | | | |
| 2. <i>M. glauca</i> (Ehr.) Nág. | пл | інд | інд | β- α | б |
| <i>Microcystis</i> (Kütz.) Elenk. | | | | | |
| 3. <i>M. aeruginosa</i> Kütz. emend Elenk. | пл | гл | алк | β | к |
| <i>Hormogoniophyceae</i> | | | | | |
| <i>Oscillatoriales</i> | | | | | |
| <i>Lyngbya</i> Ag. ex Gom. | | | | | |
| 4. <i>Lyngbya</i> sp. | об | | | | |
| <i>Oscillatoria</i> Vauch. | | | | | |
| 5. <i>O. amphibia</i> Ag. | об | гл | алк | β | |
| 6. <i>O. chalybea</i> (Mert.) Gom. | об | м | алк | α | б |
| 7. <i>O. limosa</i> Ag. | | | | | |
| f. <i>disperso-granulata</i> (Sckorb.) Elenk. | об | м | алк | β-α | б |
| 8. <i>O. margaritifera</i> (Kütz.) Gom. | об | пг | алк | β | к |
| 9. <i>O. nigro-viridis</i> Thw. | об | пг | алк | | б |
| 10. <i>O. tenuis</i> Ag. | об | інд | алк | α | к |
| <i>Spirulina</i> Turp. et Gom. | | | | | |
| 11. <i>S. major</i> Kütz. | об | гл | алк | β | к |
| 12. <i>S. meneghiniana</i> Zanard. | об | м | алк | β | к |
| <i>Nostocales</i> | | | | | |
| <i>Anabaena</i> Bory ex Born. ex Flah. | | | | | |
| 13. <i>A. constricta</i> (Szaf.) Geitl. | пл | інд | алк | п | к |

Продовження табл. 1

| Таксони | Екологія | | | | Географічне поширення |
|--|-----------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------------|
| | Місце-зростання | Галоб-ність | Ацидо-фільність | Сапроб-ність | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Nostoc</i> Vauch. ex Born. et Flah. | | | | | |
| 14. <i>N. pruniforme</i> Ag. | об | | | | |
| <i>Rivularia</i> Roth emend Thur. | | | | | |
| 15. <i>R. coadunata</i> (Sommerf.) Foslie | об | | | | |
| 16. <i>R. dura</i> Roth | об | | | | |
| Euglenophyta | | | | | |
| Euglenophyceae | | | | | |
| Euglenales | | | | | |
| <i>Euglena</i> Ehr. | | | | | |
| 17. <i>E. viridis</i> Ehr. | д | інд | алк | п | к |
| <i>Phacus</i> Duj. | | | | | |
| 18. <i>Phacus</i> sp. | д | | | | |
| Bacillariophyta | | | | | |
| Coscinodiscophyceae | | | | | |
| Thalassiosirales | | | | | |
| <i>Cyclotella</i> Kütz. | | | | | |
| 19. <i>C. meneghiniana</i> Kütz. | пл | гл | алк | α | к |
| Melosirales | | | | | |
| <i>Melosira</i> Ag. | | | | | |
| 20. <i>M. varians</i> Ag. | пл | інд | алк | β | к |
| Aulacoseirales | | | | | |
| <i>Aulacoseira</i> Thw. | | | | | |
| 21. <i>A. granulata</i> (Ehr.) Sim. | Пл | інд | алк | β | к |
| Fragilariphycaceae | | | | | |
| Fragilariales | | | | | |
| <i>Diatoma</i> Bory emend Heib. | | | | | |
| 22. <i>D. tenue</i> Ag. | об | гл | алк | | б |
| 23. <i>D. vulgare</i> Bory | | | | | |
| - <i>f. lineare</i> (Grun.) Bukht. | об | гл | інд | β | к |
| <i>Fragilaria</i> Lyngb. | | | | | |
| 24. <i>Fragilaria</i> sp. | об | | | | |
| <i>Synedra</i> Ehr. | | | | | |
| 25. <i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr. | об | інд | алк | β | к |
| <i>Tabularia</i> (Kütz.) Will. et Round | | | | | |
| 26. <i>T. fasciculata</i> (Ag.) Will. et Round | об | м | інд | α | к |
| 27. <i>T. tabulata</i> (Ag.) Snoeijs | об | м | інд | α | к |
| Bacillariophyceae | | | | | |
| Eunotiales | | | | | |
| <i>Eunotia</i> Ehr. | | | | | |
| 28. <i>E. bilunaris</i> (Ehr.) Grun. | об | інд | інд | χ | к |
| Mastogloiales | | | | | |
| <i>Mastogloia</i> Thw. ex W. Sm. | | | | | |

Продовження табл. 1

| Таксони | Екологія | | | | Географічне поширення |
|---|-----------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------------|
| | Місце-зростання | Галоб-ність | Ацидо-фільність | Сапроб-ність | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 29. <i>M. pumila</i> (Grun.) Cl. | д | м | алк | | б |
| <i>Cymbellales</i> | | | | | |
| <i>Anomoeoneis</i> Pfitz. | | | | | |
| 30. <i>A. sphaerophora</i> (Ehr.) Pfitz. | д | гл | алк | β- α | к |
| <i>Brebissonia</i> Grun. | | | | | |
| 31. <i>B. boeckii</i> (Ehr.) O'Meara | об | м | алк | β | б |
| <i>Cymbella</i> Ag. | | | | | |
| 32. <i>C. angusta</i> (Greg.) Gusl. | об | м | алк | | б |
| 33. <i>C. helvetica</i> Kütz. | об | інд | алк | о | б |
| <i>Encyonema</i> Kütz. | | | | | |
| 34. <i>E. elginense</i> (Kram.) Mann | об | інд | алк | | к |
| <i>Gomphoneis</i> Cl. | | | | | |
| 35. <i>G. olivaceum</i> (Horn.) Dawson ex Ross et Sims | об | інд | алк | β | б |
| <i>Gomphonema</i> (Ag.) Ehr. | | | | | |
| 36. <i>G. acuminatum</i> Ehr. | об | інд | алк | β | б |
| 37. <i>G. parvulum</i> Kütz. | об | гл | інд | β | б |
| 38. <i>G. truncatum</i> Ehr. | об | інд | алк | β | б |
| <i>Rhoicosphenia</i> Grun. | | | | | |
| 39. <i>R. abbreviata</i> (Ag.) L.-B. | об | гл | алк | β | к |
| <i>Achnanthales</i> | | | | | |
| <i>Achnanthes</i> Bory | | | | | |
| 40. <i>A. lanceolata</i> (Breb.) Grun. | об | інд | алк | β | б |
| <i>Cocconeis</i> Ehr. | | | | | |
| 41. <i>C. placentula</i> Ehr. | об | інд | алк | о | б |
| 42. <i>C. scutellum</i> Ehr. | об | пг | алк | | б |
| <i>Naviculales</i> | | | | | |
| <i>Craticula</i> Grun.. | | | | | |
| 43. <i>C. cuspidata</i> (Kütz.) Mann | д | інд | алк | β | б |
| 44. <i>C. halophila</i> (Grun.) Mann | д | м | алк | | б |
| <i>Fallacia</i> Stick. et Mann | | | | | |
| 45. <i>F. pygmaea</i> (Kütz.) Stick. et Mann | д | гл | алк | α | к |
| <i>Haslea</i> Sim. | | | | | |
| 46. <i>H. spicula</i> (Hick.) Bukht. | д | інд | алк | | б |
| <i>Hippodonta</i> L.-B., Metzeltin et Witkowski | | | | | |
| 47. <i>H. hungarica</i> (Grun.) L.-B., Metzeltin et Witkowski | д | гл | алк | β | б |
| <i>Luticola</i> Mann | | | | | |
| 48. <i>L. mutica</i> (Kütz.) Mann | д | гл | алк | | б |
| <i>Navicula</i> Bory | | | | | |

Продовження табл. 1

| Таксони | Екологія | | | | Географічне поширення |
|--|-----------------|-------------|------------------|--------------|-----------------------|
| | Місце-зростання | Галоб-ність | Ацидо-філь-ність | Сапроп-ність | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 49. <i>N. cryptocephala</i> Kütz. | д | гл | алк | α | к |
| 50. <i>N. peregrina</i> (Ehr.) Kütz. | д | м | алк | | к |
| 51. <i>N. radiosa</i> Kütz. | д | гл | інд | β | к |
| 52. <i>N. salinarum</i> Grun. | д | м | інд | α | к |
| <i>Pinnularia</i> Ehr. | | | | | |
| 53. <i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehr. | д | інд | інд | β | б |
| <i>Pleurosigma</i> W. Sm. | | | | | |
| 54. <i>P. elongatum</i> W. Sm. | д | пг | алк | | б |
| <i>Thalassiothryales</i> | | | | | |
| <i>Amphora</i> Ehr. | | | | | |
| 55. <i>A. ovalis</i> Kütz. | д | інд | алк | β | б |
| 56. <i>A. pediculus</i> (Kütz.) Grun. | д | інд | алк | β | б |
| 57. <i>A. veneta</i> Kütz. | д | інд | інд | β | к |
| <i>Bacillariales</i> | | | | | |
| <i>Bacillaria</i> Gmel. | | | | | |
| 58. <i>B. paxilifer</i> (O.Müll.) Hend. | д | м | алк | β | к |
| <i>Nitzschia</i> Hass. | | | | | |
| 59. <i>N. acicularis</i> (Kütz.) W. Sm. | пл | інд | алк | β | к |
| 60. <i>N. frustulum</i> (Kütz.) Grun. | д | гл | алк | | б |
| 61. <i>N. sigma</i> (Kütz.) W. Sm. | д | м | алк | о | к |
| <i>Tryblionella</i> W. Sm. | | | | | |
| 62. <i>T. hungarica</i> (Grun.) Mann | д | м | алк | α | к |
| <i>Rhopalodiales</i> | | | | | |
| <i>Epithemia</i> Breb. | | | | | |
| 63. <i>E. adnata</i> (Kütz.) Breb. | об | інд | інд | о | к |
| 64. <i>E. sorex</i> Kütz. | об | гл | алк | β | б |
| <i>Rhopalodia</i> O. Müll. | | | | | |
| 65. <i>R. gibba</i> (Ehr.) O. Müll. | об | інд | алк | о | б |
| <i>Surirellales</i> | | | | | |
| <i>Cymatopleura</i> W. Sm. | | | | | |
| 66. <i>C. librile</i> (Ehr.) Pant. | д | інд | алк | β | б |
| <i>Surirella</i> Turp. | | | | | |
| 67. <i>S. brebissonii</i> Kram. et L.-B. | | | | | |
| - var. <i>kuetzingii</i> Kram. et L.- B. | д | гл | алк | β | к |
| <i>Chlorophyta</i> | | | | | |
| <i>Chlorophyceae</i> | | | | | |
| <i>Chlamydomonadales</i> | | | | | |
| <i>Chlamydomonas</i> Ehr. | | | | | |
| 68. <i>Chlamydomonas</i> sp. | пл | | | | |
| <i>Volvocales</i> | | | | | |
| <i>Eudorina</i> Ehr. | | | | | |
| 69. <i>Eudorina</i> sp. | пл | | | | |

Закінчення табл. 1

| Таксони | Екологія | | | | Географічне поширення |
|---|-----------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------------|
| | Місце-зростання | Галоб-ність | Ацидо-фільність | Сапроб-ність | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Chlorococcales | | | | | |
| <i>Ankyra</i> Fott | | | | | |
| 70. <i>A. lanceolata</i> (Korsch.) Fott | пл | | | | |
| <i>Desmodesmus</i> (Chod.) An, Friedl et Hegew. | | | | | |
| 71. <i>D. opoliensis</i> (P.Richter)Hegew. | пл | інд | алк | β | k |
| <i>Sphaerocystis</i> Chod. | | | | | |
| 72. <i>S. planctonica</i> (Korsch.) Bourr. | пл | інд | | | б |
| Zygnematophyceae | | | | | |
| Desmidiales | | | | | |
| <i>Closterium</i> Nitzsch | | | | | |
| 73. <i>Closterium sp.</i> | пл | | | | |
| <i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs | | | | | |
| 74. <i>Cosmarium sp.</i> | пл | | | | |

Умовні позначки: пл- планктон; об- обростання; д- бентос; пг- полігалоб; м- мезогалоб; гл- галофіл; інд- індиферент; алк- алкалофіл; χ- ксеносапроб; о- олігосапроб; а- альфамезосапроб; β- бетамезосапроб; б- бореальний; к- космополіт.

Майже весь список мікроскопічних видів водоростей, представлених у табл. 1, наведений для р. Тилігул вперше. Визначені види належать до 52 родів, 38 родин, 21 порядку та 8 класів (табл. 2).

Таблиця 2

Таксономічний спектр водоростей р. Тилігул

| Відділ | Кількість | | | | |
|------------------------|-----------|----------|-------|-------|-------|
| | класів | порядків | родин | родів | видів |
| <i>Bacillariophyta</i> | 3 | 13 | 23 | 34 | 49 |
| <i>Cyanophyta</i> | 2 | 3 | 7 | 9 | 16 |
| <i>Chlorophyta</i> | 2 | 4 | 7 | 7 | 7 |
| <i>Euglenophyta</i> | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Усього | 8 | 21 | 38 | 52 | 74 |

Найбільш різноманітним серед представлених таксонів був відділ *Bacillariophyta*, який нараховував 49 видів або 66,2% від загальної кількості знайдених видів. Друге місце належить відділу *Cyanophyta*, який був представлений 16 видами (21,6%). Третє місце посідає відділ *Chlorophyta*, до складу якого входять 7 видів (9,5%). Останнє місце за кількістю видів займає відділ *Euglenophyta*, який представлений тільки 2 видами (2,7%).

Основна роль в альгофлорі р. Тилігул належить класам *Bacillariophyceae* (41 вид), *Hormogoniophyceae* (13), *Fragilariophyceae* (6) та *Chlorophyceae* (5). Головне місце у мікрофітобентосі річки займають порядки *Naviculales* (12 видів), *Cymbellales* (10), *Oscillatoriales* (9), *Fragilariales* (6), *Bacillariales* (5). Найбільший внесок у біологічну різноманітність бентосу річки вносять провідні родини *Oscillatoriaceae* (9 видів), *Naviculaceae* (5), *Bacillariaceae* (5), *Fragiliaceae* (4), *Gomphonemataceae* (4). Роди *Oscillatoria* Vauch. (6 видів), *Navicula* Bory (4), *Gomphonema* (Ag.) Ehr. (3), *Amphora* Ehr. (3), *Nitzschia* Hass. (3) складають основу видової різноманітності мікрофітобентосу дослідженої водойми.

Водорости р. Тилігул розподіляються на поодинокі (36 видів або 48,6%), колоніальні (33,8%) та багатоклітинні (17,6%). Серед них виділяють рухливі (47,3%) та нерухливі (52,7%) форми. Форми водоростей з кокоїдною формою тіла (54 види) переважають над такими з нитчастою (13), монадною (4) та пальмелойдною (3).

За місцезростанням зустрічаються планктонні (20,3%), бентосні (33,8%) та форми, що входять до складу обростань (45,9%). Мікроводорости обростань водоростей- макрофітів та вищих водних рослин за видовим складом майже не відрізняються. У відповідності до солоності води переважають олігогалоби (44 види або 59,5%), які розподіляються на індиференти (27) та галофіли (17). Мезогалоби складають 18,9%, полігалоби — 5,4%, форми з невідомим відношенням до солоності води — 16,2%. За відношенням до pH середовища домінують алкалофіли, які складають 50 видів або 67,6%. Індиференти нараховують усього 14,9%. Форми з невідомим оптимумом pH середовища склали 17,5%.

З вищенаведених таксонів 49 видів є індикаторами сапробності, серед яких переважають мезосапробні представники (41 вид або 55,4%). Із них 29 видів складає група β-мезосапробів, 9 — група α-мезосапробів, 3 — група β-α-мезосапробів. Олігосапроби нараховують 5, полісапроби — 2 види. До групи ксеносапробів належить тільки 1 вид. Група з невідомим значенням сапробності склала 25 видів. Сапробний індекс вод р. Тилігул склав 2,32, що свідчить про β-мезосапробний рівень забруднення цієї водойми.

За географічним поширенням мікроскопічні водорости р. Тилігул мають відношення до космополітної (31 вид) та бореальної (30) груп. Форми з невідомим географічним розповсюдженням склали 13 видів.

Встановлено, що кількість видів мікроскопічних водоростей Тилігульського лиману нараховує 101 вид [9]. Разом з тим кількість загальних видів водоростей р. Тилігул та Тилігульського лиману досягає 20 видів. Коефіцієнт подібності Серенсена — Чекановського між альгофлорами водоростей р. Тилігул та Тилігульського лиману складає 0,23, що свідчить про незначний внесок р. Тилігул у збагачення Тилігульського лиману прісноводними видами водоростей.

Висновки

1. За період досліджень у р. Тилігул знайдено 74 види мікроскопічних водоростей, які належать до 52 родів, 38 родин, 21 порядку та 8 класів. Наведений список мікроскопічних водоростей для цієї водойми публікується вперше.

2. Провідна роль у досліджуваній альгофлорі належить 3 відділам: діатомовим (49 видів), синьо-зеленим (16) та зеленим (7) водоростям.

3. Коєфіцієнт подібності Серенсена — Чекановського між альгофлорами р. Тилігул і Тилігульського лиману склав 0,23.

Автори висловлюють подяку професору кафедри ботаніки Ткаченко Ф. П. за надані проби та допомогу у визначенні водоростей-макрофітів.

Література

1. Шеве Г. І., Ігошин М. І. Каталог річок і водойм України. — Одеса: Астропrint, 2003. — 390 с.
2. Лобакова А. Г., Ткаченко Ф. П. Водоросли-макрофиты в экосистеме степной реки Тилигул // Актуальні проблеми ботаніки та екології: мат. міжнар. конф. мол. учених-ботаніків. — К., 2007. — С. 17-18.
3. Ткаченко Ф. П. Макрофіти степових річок Північного Причорномор'я Кодими та Тилігула // Аграр. Вісник Причорномор'я. — 2007. — Вип. 41. — С. 13-20.
4. Водоросли. Справочник / С. П. Вассер и др. — К.: Наук. думка, 1989. — 606 с.
5. Визначник прісноводних водоростей України. — К., 1938- 1993. — Т. 1-12.
6. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. — К.: Наук. думка, 1990. — 208 с.
7. 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.
8. Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae* // Süsswasserflora von Mitteleuropa. — 1986-1991. — Bd. 2 / 1-4.
9. Герасимюк В. П., Ковтун О. А. Микроскопические водоросли Тилигульского лимана (Черное море, Украина) // Альгология. — 2007. — Т. 17, № 1. — С. 42-52.

В. П. Герасимюк, Н. В. Герасимюк

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
кафедра ботаники,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Україна

МИКРОФІТОБЕНТОС РЕКИ ТИЛИГУЛ

Резюме

Исследован видовой состав водорослей микрофитобентоса реки Тилигул. Найдено 74 вида водорослей, которые относятся к четырем отделам: *Bacillariophyta* (49 видов), *Cyanophyta* (16), *Chlorophyta* (7) и *Euglenophyta* (2). Почти весь список микроскопических водорослей бентоса реки Тилигул приведен впервые.

Ключевые слова: водоросли, микрофитобентос, вид, река Тилигул.

V. P. Gerasimiuk, N. V. Gerasimiuk

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

MICROPHYTOBENTHOS OF THE RIVER TILIGUL

Summary

Microphytobenthos of the river Tiligul was studied. 74 species of algae belonging to 4 divisions: *Bacillariophyta* (49 species), *Cyanophyta* (16), *Chlorophyta* (7) and *Euglenophyta* (2). Almost the entire list of microscopic species benthos river Tiligul are listed for the first time.

Key words: algae, microphytobenthos, species, the river Tiligul.

**ГЕНЕТИКА,
МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ
І ЦИТОЛОГІЯ**



Л. Ф. Дьяченко¹, канд. бiol. наук, пров. наук. сп.,

В. М. Тоцкий¹, д-р бiol. наук, проф., зав. каф.,

В. І. Файт², канд. бiol. наук, зав. відділом,

В. А. Топтіков¹, канд. бiol. наук, ст. наук. сп.

¹ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

кафедра генетики і молекулярної біології,

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

² Селекційно-генетичний інститут УААН, відділ генетики

Овидіопольська дор., 3, Одеса, 65036, Україна

ДИНАМІКА ЕКСПРЕСИВНОСТІ ПЕРОКСИДАЗИ І СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗИ В ПРОЦЕСІ ЯРОВИЗАЦІЇ РОСЛИН МАЙЖЕ ІЗОГЕННИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ СОРТУ МИРОНІВСЬКА 808

Вивчено динаміку електрофоретичних спектрів множинних молекулярних форм пероксидази (КФ 1.11.1.7) і супероксиддисмутази (КФ 1. 15.1.1) в зелених листках рослин сорту Миронівська 808 та її майже ізогенних ліній за *Vrd* та *Ppd-1* генами при яровизації рослин в природних умовах при осінньому посіві. Дія низької позитивної температури на рослини пшеници викликає зростання експресивності переважної більшості форм досліджуваних ферментів. Визначені кореляційні зв'язки між окремими ізоформами ферментів та алельним складом локусів *Vrd* та *Ppd-1*.

Ключові слова: множинні молекулярні форми ферментів, експресія ізоформ ферментів, ізогенні лінії пшеници.

Сучасні сорти озимої пшениці характеризуються досить високим потенціалом продуктивності та стійкості до низки біотичних і абіотичних факторів [1, 2]. Разом з тим, внаслідок недостатньої кількості сортів, стійких до дії негативних температур, не досягнуто стабільноті виробництва зерна озимої пшениці на Україні [3, 4]. Адаптація до холоду супроводжується перебудовою метаболізму, завдяки чому в рослині спрацьовують механізми захисту клітинних структур і фізіологічних процесів від руйнівних ефектів негативної температури [5]. Загартовування рослин пшениці супроводжується значними біохімічними змінами, які обумовлені змінами експресії значної кількості генів [6–8].

Ознака стійкості до негативних температур має полігенну детермінацію. В ній приймають участь гени, які у пшениці розташовані принаймні на 10 із 21 пари хромосом [9–10]. Серед зазначених детермінант суттєва роль належить генам *Ppd-1* і *Vrd*. Ці гени визначають темпи початкового розвитку [11], тривалість окремих етапів органогенезу [12] та перехід до репродуктивної фази [13].

В контролі різноманітності генотипів за фотoperіодичною чутливістю виявлено участь трьох головних генів, що локалізовані в хромосомах другої гомеологічної групи [14]. Відповідно до нумерації генів *Ppd*, ці гени

позначені: *Ppd-A1* (хромосома 2A), *Ppd-B1* (хромосома 2B), *Ppd-D1* (хромосома 2D) [15]. При цьому домінантні та рецесивні алелі позначаються *Ppd-X1a* і *Ppd-X1b* відповідно, де X означає A, B або D геном пшеници. Наявність у генотипі одного домінантного алеля будь-якого з трьох генів *Ppd-1* або декількох генів разом обумовлює зниження чутливості до фотoperіоду, а підвищена реакція на фотоперіод характерна для генотипів-носіїв тільки рецесивних алелів всіх трьох генів [16].

Генетична система *Vrd* детермінує тривалість потреби в яровизації (впливу низької температури) і має два неалельних гени — *Vrd1* і *Vrd2*. Домінует знижена потреба до яровизації. Сорти з тривалою (50-60 діб) потребою в яровизації є гомозиготними рецесивами. Ген *Vrd1* більш сильний (локалізований у хромосомі 4A), скорочує потребу до яровизації з 50 до 20-35 діб, а *Vrd2* (локалізований у хромосомі 5D) — з 50 до 40-45 діб [17].

Мета даної роботи — дослідити динаміку загальної активності та окремих молекулярних форм пероксидази і супероксиддисмутази листків рослин сорту Миронівська та її майже ізогенних ліній, а також кореляційні зв'язки між окремими ізоформами вказаних ферментів при яровизації в природних умовах з генами *Ppd-1* і *Vrd*, які мають безпосереднє відношення до забезпечення стійкості рослин до негативних температур.

Матеріали і методи досліджень

Матеріалом досліджень слугували рослини майже ізогенних за генами *Vrd* і *Ppd-1* ліній озимої м'якої пшеници сорту Миронівська 808, створених у відділі генетики Селекційно-генетичного інституту [18-19]. Алельний склад зазначених локусів рослин представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика досліджуваних зразків за складом локусів *Vrd* і *Ppd-1*

| Сорт; лінія | Генотип (гаплоїдний) | Морозостійкість*, % |
|----------------------------------|--|---------------------|
| Миронівська 808 | <i>vrd1 vrd2 Ppd-A1b Ppd-B1b Ppd-D1b</i> | 80 |
| Миронівська 808- <i>Vrd1</i> | <i>Vrd1 vrd2 Ppd-A1b Ppd-B1b Ppd-D1b</i> | 64 |
| Миронівська 808- <i>Vrd2</i> | <i>vrd1 Vrd2 Ppd-A1b Ppd-B1b Ppd-D1b</i> | 20 |
| Миронівська 808- <i>Vrd1Vrd2</i> | <i>Vrd1 Vrd2 Ppd-A1b Ppd-B1b Ppd-D1b</i> | 12 |
| Миронівська 808- <i>PpdA1a</i> | <i>vrd1 vrd2 Ppd-A1a Ppd-B1b Ppd-D1b</i> | 40 |
| Миронівська 808- <i>PpdB1a</i> | <i>vrd1 vrd2 Ppd-A1b Ppd-B1a Ppd-D1b</i> | 96 |

Примітка: * — відсоток живих рослин при проморожуванні (-16 °C) згідно [20].

Насіння вказаних генотипів висівали на дослідній ділянці відділу генетики Селекційно-генетичного інституту (м. Одеса) 1.10.2006 року. Рослинний матеріал (зелені листки) почали добирати при появі першого розвинутого листка (25.10.06). Матеріал першого відбору слугував контролем. За даними метеослужби середньодобова температура повітря у той час складала +13 °C. З метою визначення динаміки експресивності ферментів за яровизації рослин в природних умовах листки пшеници відбирали раз на

тиждень. За два тижні після першого відбору листків середньодобова температура знизилася до +8 °C і не піднімалася вище цього рівня. В останнє листки відбирали на десятій тиждень, коли добова температура впала до 0 °C вдень і до приморозків вночі.

Електрофорез ферментів провадили в 10 % поліакриламідному гелі за системою Davis [21]. Пероксидазу візуалізували за допомогою бензидину [22], супероксиддисмутазу виявляли за Бернstonом [23]. Для аналізу електрофореграм використовували комп’ютерну програму АнаiС, завдяки якій для кожної ізоформи досліджуваного ферменту визначали експресивність в умовних одиницях (пікселях). Статистичну обробку даних провадили в Excel за програмами “Парний двухвыборочный t-тест для средних”, “Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений”, “Корреляция”.

Результати та їх обговорення

Пероксидаза рослин майже ізогенних за генами *Vrd* і *Ppd-1* ліній сорту Миронівська 808 складається з 11 ізоформ. Спектри пероксидази, що виявлені у відбраних в однакові строки листках сорту Миронівська 808 та майже ізогенних ліній Миронівська 808-*Vrd2* і Миронівська 808-*Ppd-B1a* не відрізнялися якісно (рис. 1). Різниця між спектрами не тільки цих, але й усіх досліджуваних генотипів кількісна. В контролі (рослини до впливу на них низьких температур — слоти 1) у спектрі пероксидаз деякі ізоформи виявляються в незначній кількості. За подальшого вирощування рослин в умовах осіннього похолодання на електрофореграмах чітко простежується зростання експресивності деяких ізоформ пероксидази (№ 3, 5, 7 та ін.), про що свідчить зростання інтенсивності забарвлення відповідних смуг в гелях.

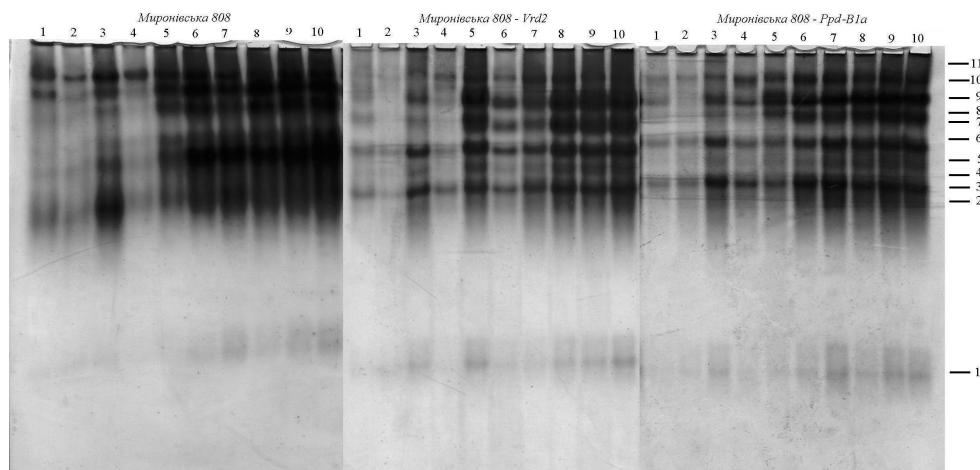


Рис. 1. Електрофоретичні спектри пероксидази листків рослин пшениці сорту Миронівська 808 та її ізогенних ліній (цифри по осі абсцис — тижні відбору листків, по осі ординат — ізоформи пероксидази)

На рис. 2 представлено динаміку експресивності двох ізоформ та загальної експресивності пероксидази досліджуваних генотипів при вирощуванні рослин в осінній період. У цих випадках спостерігається позитивна динаміка експресивності, але рівень зростання цього показника залежить від генотипу рослин. Так, експресивність ізоформи № 4 у сорту Миронівська 808 під кінець яровизації (60–65 діб від першого відбору матеріалу) в порівнянні з контролем зросла на 149 %, у лінії Миронівська 808-*Vrd1* — на 276 %, лінії Миронівська 808-*Ppd-A1a* — втрічі і лінії Миронівська 808-*Ppd-B1a* — у п'ять разів. У зазначених генотипів спостерігається також істотне збільшення експресивності ізоформи № 7 (коливання в межах 224–276 %). Щодо загальної експресивності пероксидази, то найбільше її зростання спостерігається в рослинах лінії Миронівська 808-*Ppd-B1a* і рекурентного батька сорту Миронівська 808 (218 % і 210 % відповідно). У лінії Миронівська 808-*Vrd2* та Миронівська 808-*Vrd1Vrd2* зростання загальної експресивності і окремих зазначених ізоформ менш інтенсивне.

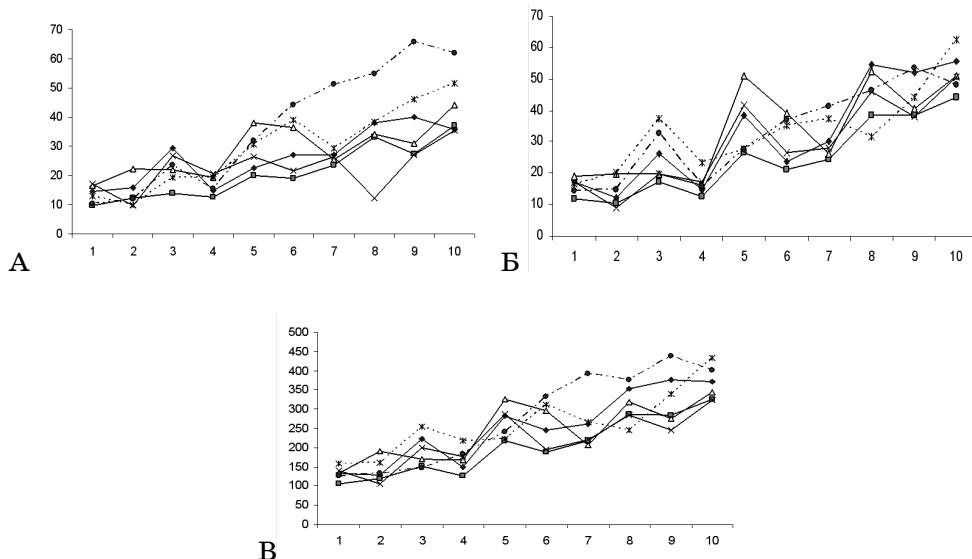


Рис. 2. Динаміка експресивності пероксидази листків сорту Миронівська 808 та його ліній за яровизації рослин в природних умовах (цифри по осі абсцис — тижні відбору листків, по осі ординат — умовні одиниці пікселі; А — ізоформа № 4, Б — ізоформа № 7, В — загальна експресивність ферменту)

—◆— контроль —■— *Vrd1* —△— *Vrd2*
 —×— *Vrd1 Vrd2* ···*··· *Ppd-A1a* —●— *Ppd-B1a*

Супероксиддисмутаза (СОД) за електрофорезу екстрактів зелених листків рослин сорту Миронівська 808 та її ліній теж поділяється на 11 ізоформ. Експресивність багатьох ізоформ супероксиддисмутази за яровизації

рослин зростає, але вибірково і не так суттєво, як у випадку пероксидази (рис. 3). Слід зазначити, що найбільш значне зростання загальної експресивності і окремих ізоформ СОД відбувається в листках тих генотипів, які виявляли максимальну експресивність за дослідження пероксидази: це рекурентний батько сорт Миронівська 808 та лінії Миронівська 808-*Vrd1* і Миронівська 808-*Ppd-B1a*.



В табл. 2 представлена кількість ізоформ пероксидази і супероксиддисмутази, зростання експресивності яких у досліджуваних генотипів достовірно корелює з тривалістю яровизації рослин весни. Дані переконливо свідчать, що на процес яровизації ПО і СОД реагують дещо по-різному, а саме — пероксидаза реагує набагато виразніше. Слід зазначити, що саме ті генотипи, що виявляли найбільше зростання експресивності пероксидази, визначалися найбільшою морозостійкістю (табл. 1). Заміна рецесивного алеля *vrd2* на домінантний *Vrd2*, алелів *vrd1 vrd2* на *Vrd1 Vrd2*, або *Ppd-A1b* на *Ppd-A1a* призводить до зменшення кількості ізоформ пероксидази, експресивність яких корелює з тривалістю яровизації рослин. Найменша кількість таких ізоформ ПО (6) спостерігається в листках лінії Миронівська 808-*Ppd-A1a*.

Таблиця 2

Кореляція ізоформ ферментів рослин сорту Миронівська 808 та його ізогенних по локусах *Vrd* і *Ppd-1* ліній з тривалістю яровизації в природних умовах

| Генотип | Фермент | Кількість форм | Кількість форм, експресивність яких корелює з тривалістю яровизації ^{**} | Сумарна експресивність | Результати дисперсійного аналізу експресивності* | Результати t-тесту експресивності** |
|----------------------------------|---------|----------------|---|------------------------|--|-------------------------------------|
| Миронівська 808 | ПО | 11 | 11 | - ↑ | $P \leq 0,024$ | - |
| Миронівська 808- <i>Vrd1</i> | ПО | 11 | 11 | - ↑ | | $P \leq 0,001$ |
| Миронівська 808- <i>Vrd2</i> | ПО | 11 | 8 | - ↑ | | $P \leq 0,278$ |
| Миронівська 808- <i>Vrd1Vrd2</i> | ПО | 11 | 8 | - ↑ | | $P \leq 0,001$ |
| Миронівська 808- <i>Ppd-A1a</i> | ПО | 11 | 6 | - ↑ | | $P \leq 0,423$ |
| Миронівська 808- <i>Ppd-B1a</i> | ПО | 11 | 11 | - ↑ | | $P \leq 0,010$ |
| Миронівська 808 | СОД | 11 | 6 | - ↑ | | - |
| Миронівська 808- <i>Vrd1</i> | СОД | 11 | 4 | - ↑ | | $P \leq 0,001$ |
| Миронівська 808- <i>Vrd2</i> | СОД | 11 | 3 | - - | | $P \leq 0,001$ |
| Миронівська 808- <i>Vrd1Vrd2</i> | СОД | 11 | 5 | - ↑ | | $P \leq 0,001$ |
| Миронівська 808- <i>Ppd-A1a</i> | СОД | 11 | - | - - | | $P \leq 0,001$ |
| Миронівська 808- <i>Ppd-B1a</i> | СОД | 11 | 7 | - ↑ | | $P \leq 0,001$ |

Примітка : ↑ — збільшення експресивності ізоформи за яровізації, ↓ — зменшення експресивності; * — значення Р для дисперсійного комплексу по трьох генотипах; ** — попарне порівняння ліній з Миронівською 808.

Максимальна кількість ізоформ СОД, які корелюють з тривалістю яровизації, спостерігається в листках лінії Миронівська 808-*Ppd-B1a* (7), на дві менше у лінії Миронівська 808-*Vrd1Vrd2* (5). Найменша кількість таких ізоформ СОД спостерігається у лінії Миронівська 808-*Vrd2*, а в листках рослин сорту Миронівська 808-*Ppd-A1a* іх взагалі немає. В результаті у останніх двох генотипів загальна експресивність супероксиддисмутази впродовж яровизації не збільшується, тобто не корелює з тривалістю дії низької позитивної температури.

Дисперсійний аналіз величин експресивності окремих ізоформ ферментів досліджуваних генотипів показав, що введення в геном сорту Миронівська 808 домінантних алелів *Vrd1*, *Vrd2*, *Ppd-A1a* або *Ppd-B1a* замість рецесивних алелів цих генів призводить до суттєвих змін експресивності пероксидаз і супероксиддисмутази у відповідь на низьку позитивну температуру.

Парний двовибірковий t-тест для середніх, за допомогою якого порівнювали експресивність форм досліджуваних ферментів ізогенних по генам *Vrd* и *Ppd-1* ліній з вихідним гомозиготним рецесивом (сорт Миронівська 808) показав, що лінії Миронівська 808-*Vrd1*, Миронівська 808-*Vrd1Vrd2* і Миронівська 808-*Ppd-B1a* достовірно відрізняються від вихідного сорту реакцією експресивності пероксидази за дії знижених температур. Крім того, усі досліджувані ізогенні лінії достовірно відрізняються від рослин Миронівської 808 виразною реакцією супероксиддисмутази.

В таблиці 3 представлена величини кореляції між алельним складом локусів, що вивчаються, і експресивністю форм ферментів наприкінці яровизації рослин в природних умовах. Виявлені також кореляційні зв'язки з показником О-К/К, який відображає, у скільки разів в порівнянні з контролем зростає експресивність ізоформи того чи іншого ферменту наприкінці яровизації. В цілому, слід зазначити, що існує кореляція між показниками експресивності окремих ізоформ ферментів та наявністю в генотипі рослин обох домінантних генів фотoperіодизму, а також генів *Vrd*.

Таблиця 3

Кореляція між алельним складом локусів і експресивністю ізоформ ферментів у рослин майже ізогенних ліній сорту Миронівська 808

| Генотипи по локусах | Експресивність | | О — К / К | |
|------------------------|----------------|-------|-----------|-------|
| | Ізоформа | r | Ізоформа | r |
| Пероксидаза | | | | |
| <i>vrd1 vrd1</i> | № 6 | 0,95 | - | - |
| | № 2 | 0,91 | | |
| | Σ | 0,84 | | |
| <i>Vrd2 Vrd2</i> | 5 | 0,9 | - | - |
| <i>Ppd-A1a Ppd-A1a</i> | № 5 | 0,83 | № 1 | 0,89 |
| | № 7 | 0,87 | | |
| <i>Ppd-B1a Ppd-B1a</i> | | | № 6 | 0,86 |
| | | | № 8 | 0,82 |
| Супероксиддисмутаза | | | | |
| <i>vrd1 vrd1</i> | 4 | -0,83 | - | - |
| <i>Vrd1 Vrd1</i> | № 4 | 0,83 | - | - |
| | № 5 | 0,99 | | |
| | № 7 | 0,96 | | |
| | № 9 | 0,88 | | |
| | № 10 | 0,93 | | |
| <i>Ppd-A1a Ppd-A1a</i> | № 3 | -0,98 | № 11 | -0,86 |
| | № 8 | -0,98 | | |
| | № 11 | -0,88 | | |
| | Σ | -0,85 | | |
| <i>Ppd-B1a Ppd-B1a</i> | № 1 | 0,92 | № 6 | 0,98 |

Таким чином, в умовах природного зниження температури і скорочення світлового дня восени в рослинах відбуваються радикальні зміни експресивності пероксидази і супероксиддисмутази, які спрямовані у бік їх збільшения.

шення. Заміна в генотипі сорту Миронівська 808 рецесивного алеля *vrd1* на домінантний *Vrd1* не призводить до помітних змін експресивності ПО, але зменшує кількість форм СОД, зростання експресивності яких корелює з тривалістю дії зниженої температури. Наявність в генотипі Миронівської 808 домінантного гена *Ppd-A1a* замість *Ppd-A1b* (лінія Миронівська 808-*Ppd-A1a*) супроводжується зменшенням кількості зазначених ізоформ пероксидази, а ізоформи СОД в рослинах цього генотипу взагалі не реагують на яровизацію.

Загальна експресивність пероксидази у всіх досліджуваних генотипів достовірно, хоч і в різній мірі, зростає з подовженням терміну яровизації (впливу низької температури). Теж саме стосується загальної експресивності супероксиддисмутази, за виключенням двох ліній : Миронівська 808-*Vrd2* і Миронівська 808-*Ppd-A1a*. До речі, вказані генотипи характеризуються досить низькою морозостійкістю порівняно з Мироновською 808 (табл. 1)

Таким чином, адаптація рослин до низької температури здійснюється через механізми регуляції експресивності структурних генів ферментів. Спряженість і інтенсивність змін цієї експресивності залежать від алельного складу локусів *Ppd-1* і *Vrd*. Однак існує чітка закономірність: більш стійкі до впливу холоду генотипи реагують більш істотним зростанням експресивності окремих ізоформ досліджуваних ферментів, ніж рослини, чутливі до холоду.

Висновки

1. На вплив низької позитивної температури рослини м'якої озимої пшеници відповідають переважно зростанням експресивності множинних молекулярних форм пероксидази і супероксиддисмутази.

2. Існують кореляційні зв'язки між алельним складом локусів *Ppd-1* і *Vrd* та змінами експресивності окремих множинних форм досліджуваних ферментів.

3. Зміни експресивності ПО і СОД у рослин пшеници під впливом низької температури є результатом взаємодії структурних генів ферментів з певним алельним складом локусів *Ppd-1* і *Vrd*.

Література

1. Литвиненко М. А. Теоретичні основи та методи селекції озимої м'якої пшеници на підвищення адаптивного потенціалу для умов степу України: Автореф. дис. доктора с.-г. наук. — Київ, 2001. — 47 с.
2. Лыфенко С. П., Ериняк Н. И., Нарган Т. П. Селекция сортов озимой мягкой пшеницы интенсивного типа // Зб. наук. праць СГІ — НАЦ СЕІС. — 2002. — Вип. 3 (43). — С. 12-21.
3. Калиненко И. Г., Прищепов С. Н., Ковтун В. И. и др. О селекции озимой пшеницы на морозо-, зимостойкость // Повышение зимостойкости озимых зерновых. — М.: Колос, 1993. — С. 104-112.
4. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф., Улич Л. И. и др. Зимо-морозостойкость современных сортов озимой пшеницы // Физиология и биохимия культурных растений. — 2000. — Т. 32, № 4. — С. 255-260.
5. Sacai A., Larcher W. Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress // Springer-Verlag. Ecological Studies. — 1985. — P. 62.

6. Fowler D. B., Chauvin L. P., Limin A. E. et al. The regulatory role of vernalization in the expression of low-temperature-induced genes in wheat and rye // Theor. Appl. Genet. — 1996. — V. 93. — P. 554-559.
7. Pragya Sharma The molecular biology of the low-temperature response in plants // BioAssays. — 2005. — V. 27. — P. 1048-1059.
8. Chinnusamy V., Zhy J., Zhy J. —K. Gene regulation during cold acclimation in plants // Physiol. Plant. — 2006. — V. 126. — P. 52-61.
9. Veisz O., Sutka J. Ditelosomic analysis of frost resistance in wheat (cv. Chinese Spring) // Cereal. Res. Commun. — 1993. — V. 21, № 4. — P. 263-267.
10. Fowler D. B., Limin A. E., Ritchie J. T. Low-temperature Tolerance in Cereals: Model and Genetic Interpretation // Crop Science. — 1999. — V. 39. — P. 626-633.
11. Стельмак А.Ф., Золотова Н.А. Генетические различия по продолжительности яровизационной потребности у озимой мягкой пшеницы // Цитология и генетика. — 1993. — Т. 27, № 3. — С. 3-6.
12. Gotoh T. Gene analysis of the degree of vernalization requirement in winter wheat // Japan J. Breed. — 1980. — Т. 30, № 1. — Р. 1-10.
13. Stelmakh A., Zolotova N., Fayt V. Genetic analysis of differences in duration vernalization requirement of winter bread wheat // Cereal Research Communications. — 2005. — V. 33, № 4. — P. 713-718.
14. Стельмак А.Ф., Литвиненко В.І., Файт В.І. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці // 36. наук. праць СГІ-НАЦ НАІС. — Одеса, 2004. — Вип. 5 (45). — С. 118-127.
15. Snape J. W., Laurie D. A., Worland A. J. Understanding the genetic of abiotic stress response in cereals and possible strategies for their amelioration // Aspects of Applied Biology. — 1998 — № 50. — Р. 9-14.
16. Файт В. И., Федорова В. Р., Балашова И. А. и др. Продолжительность периода до колошения и тест на аллелизм *Ppd*-линий различного происхождения // Цитология и генетика. — 2006. — Т. 40, №. 1 — С. 27-36.
17. Файт В. И., Симоненко Л. К., Мокану Н. В. и др. Хромосомная локализация генов контроля продолжительности яровизации (*Vrd*) озимой мягкой пшеницы // Генетика. — 2007. — Т. 43, № 2. — С. 202-208. (Fayt V. I., Symonenko L. K., Mokanu N. V. et al. Chromosomal location of genes for vernalization requirement duration (*Vrd*) in winter bread wheat // Russian Journal of Genetics. — 2007. — Vol. 43, №2. — P. 143-148. Pleiades Publishing, Inc., 2007)
18. Файт В. И. Создание почти изогенных и конгенных линий озимой мягкой пшеницы по генам контроля продолжительности яровизационной потребности — *Vrd* // 36. наук. праць СГІ НАЦ СЕІС. — Одеса, 2002. — № 2. — С. 37-46.
19. Стельмак А. Ф., Кучеров В. А. Создание набора почти изогенных линий по локусам системы *Ppd* (к обоснованию методики) // Генетико-цитологические аспекты селекции сельскохозяйственных растений. — Одесса: ВСГИ, 1984. — С. 85-89.
20. Полтарев Е. М. Оценка растений озимых культур на зимо- и морозостойкость методом промораживания растений в пучках // Методы определения морозо- и зимостойкости озимых культур. — М., 1969. — С. 16.
21. Davis B. I. Disk-electrophoresis. 2. Method and application to human serum protein // Ann. N. Y. Acad. Sci. — 1964. — V. 121. — P. 404-427.
22. Гааль Э., Медвеши Г., Верещки Л. Электрофорез в разделении биологических молекул. — М.: Мир, 1982. — 448 с.
23. Бернстон М. Гистохимия ферментов. — М.: Мир, 1965. — 455 с.

Л. Ф. Дьяченко¹, В. Н. Тоцкий¹, В. И. Файт², В. А. Топтиков¹

¹ Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра генетики и молекулярной биологии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

² Селекционно-генетический институт УААН, отдел генетики,
Овидиопольская дор., 3, Одесса, 65036, Украина

**ДИНАМИКА ЭКСПРЕССИВНОСТИ ПЕРОКСИДАЗЫ
И СУПЕРОКИДДИСМУТАЗЫ В ПРОЦЕССЕ ЯРОВИЗАЦИИ
РАСТЕНИЙ ПОЧТИ ИЗОГЕННЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА
МИРОНОВСКАЯ 808**

Резюме

Изучена динамика электрофоретических спектров пероксидазы (КФ 1.11.1.7) и супероксиддисмутазы (КФ 1. 15.1.1) в зеленых листьях растений сорта Мироновская 808 и ее почти изогенных линий по генам *Vrd* и *Ppd-1* при яровизации в поле осенью. Действие низкой положительной температуры на растения пшеницы вызывает увеличение экспрессивности подавляющего большинства изоформ исследуемых ферментов. Определены корреляционные связи между определенными изоформами ферментов и аллельным составом локусов *Vrd* и *Ppd*.

Ключевые слова: множественные молекулярные формы ферментов, экспрессия изоформ ферментов, изогенные линии пшеницы.

L. F. Diachenko¹, V. N. Totsky¹, V. I. Fayt², V. A. Toptikov¹

¹ Odesa National Mechnykov University,
Department of Genetics and Molecular Biology,
Dvoryanska Str., 2, Odesa, 65082, Ukraine

² Plant Breeding and Genetics Institute,
Ovidiopol'ska Str., 3, Odesa, 65036, Ukraine

**PEROXIDASE AND SUPEROXIDEDESMUTASE ISOFORMS
OF WINTER WHEAT OF VARIETY MIRONOVSKAYA 808
AND NEARISOGENIC TO GENES VRD AND PPD LINES DURING
AUTUMN VERNALIZATION**

Summary

The dynamic of electrophoretic spectra of peroxidase and superoxide desmutase multiple molecular forms in green leaves of winter wheat variety Mironovskaya 808 and its nearisogenic to genes *Vrd* and *Ppd-1* lines have been studied. The action of low positive temperature on wheat plants is a cause of increasing expression of the majority of some enzyme isoforms. Correlation coefficients between definite isoforms expression and allelic content of *Vrd* and *Ppd* locus have been shown.

Key words: multiple molecular enzyme forms, expression of enzyme isoforms, isogenic wheat lines.

О. А. Маркова, аспирант

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина,
кафедра генетики и цитологии,
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61077, Украина, e-mail: arabesca@gala.net

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ОТБОРА ПО РАЗМЕРУ КЛАДКИ У ВОЛНИСТЫХ ПОПУГАЙЧИКОВ (*MELOPSITTACUS UNDULATUS*)

Установлено, что для увеличения размера кладки волнистых попугайчиков наиболее эффективным будет применение массового отбора с высоким дифференциалом. Средний размер кладки до отбора составил $7,79 \pm 0,10$ яиц. При среднем размере кладки у отобранных особей 9 яиц средний размер кладки потомства составит 8,15–8,29 яиц. Увеличение размеров кладки может привести к увеличению количества вылетевших птенцов, а также к снижению выводимости яиц и выживаемости птенцов.

Ключевые слова: волнистый попугайчик, размер кладки, эффективность отбора.

Основным направлением селекции волнистых попугайчиков в Украине является увеличение количества слётков. Птенцы волнистых попугайчиков вылетают из гнезда в возрасте 30–40 дней. В продажу волнистые попугайчики поступают в основном в возрасте 1,5–2 месяца, то есть практически сразу после вылета из гнезда и перехода к самостоятельному питанию. Птицы, приобретённые в этом возрасте, обладают наибольшей способностью к приручению и имитации человеческой речи.

Прогнозирование результатов отбора используется при составлении программ селекции в растениеводстве и животноводстве. Для прогнозирования эффективности отбора по количественному признаку необходимо определить коэффициент наследуемости в узком смысле — отношение аддитивной генетической дисперсии к фенотипической. Ожидаемый селекционный ответ массового отбора за одно поколение определяют как произведение интенсивности отбора, стандартного отклонения признака и коэффициента наследуемости в узком смысле [1, 2, 3]. Дифференциал отбора — разность между средней величиной признака в популяции и средней отобранных родителей. Интенсивность отбора находят как частное от деления дифференциала отбора на стандартное отклонение признака. В специально поставленных модельных опытах на *Drosophila melanogaster* было достигнуто большое совпадение теоретически ожидаемого и фактического сдвига при отборе как в положительном, так и в отрицательном направлениях [4]. Почти полное совпадение фактического ответа на селекцию с теоретически рассчитанным было продемонстрировано и на сельскохозяйственных животных [5, 6]. Неточности в прогнозировании могут возникать за счёт изменения коэффициента наследуемости в процессе отбора, ошибок в оп-

ределении селекционного дифференциала, наличия материнского эффекта, различий в условиях среды родителей и потомков, проявления инбредной депрессии в отобранной группе, влияния естественного отбора [1, 2].

Несмотря на широкое применение методов генетического анализа в селекции сельскохозяйственных животных, они пока мало используются в селекции декоративных птиц. Это негативно отражается на эффективности селекции. Волнистый попугайчик — наиболее распространённая декоративная птица Украины — относится к их числу. Известно, что признаки, имеющие отношение к размножению, характеризуются низкими коэффициентами наследуемости, селекция по ним малоэффективна [1]. Поэтому важно провести генетический анализ и выделить те признаки, селекция по которым будет наиболее эффективной. Прогнозирование результатов отбора даёт возможность оценить эффективность различных методов ещё до отбора и выработать наиболее оптимальную селекционную стратегию. Количественные признаки детерминируются, как правило, многими генами, часть этих генов может оказывать плейотропное влияние на несколько признаков, поэтому отбор по одному признаку может привести к изменению других. Для того, чтобы провести прогнозирование этих изменений, необходимо определить коэффициент генетической корреляции между признаками [2].

Целью данной работы было спрогнозировать эффективность различных методов искусственного отбора для увеличения размера кладки волнистых попугайчиков и оценить коррелированный ответ по другим признакам, ценным в репродуктивном отношении.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили результаты генетического анализа репродуктивных показателей самок волнистых попугайчиков: размера кладки, оплодотворённости яиц, выводимости яиц, количества вылупившихся птенцов, количества вылетевших птенцов и выживаемости птенцов. Признаки оценивали по результатам двух-трёх кладок однолетних самок. Оплодотворённость яиц определяли как отношение количества оплодотворённых яиц к количеству снесённых яиц. Выводимость яиц определяли как отношение количества вылупившихся птенцов к количеству оплодотворённых яиц. Выживаемость птенцов определяли как отношение количества птенцов, вылетевших из гнезда, к количеству вылупившихся птенцов. Размер кладки, количество вылупившихся птенцов, а также количество вылетевших птенцов определяли как среднюю арифметическую двух-трёх кладок. Генетический анализ показал, что в структуре общей фенотипической дисперсии всех изученных признаков средовая дисперсия превышает генетическую. Наибольший коэффициент наследуемости в узком смысле обнаружен у среднего размера кладки, он составил 0,295–0,398. Селекция по этому признаку будет более эффективной, чем селекция по другим репродуктивным признакам. Аддитивная дисперсия среднего размера кладки, вычисленная при помощи регрессионного анализа

данных матерей и дочерей, составила 0,50, средовая дисперсия — 0,75. Аддитивная дисперсия среднего размера кладки, вычисленная при помощи дисперсионного анализа иерархического комплекса, составила 0,36, средовая дисперсия — 0,86. Коэффициент наследуемости среднего количества вылетевших птенцов составил 0,086, селекция по этому признаку будет малоэффективной [7].

В данной работе были проанализированы 344 кладки, полученные от 123 самок, из которых составлено 80 пар мать-дочь. Данные по 344 кладкам были использованы для определения значений репродуктивных признаков при различных размерах кладки. Данные по 123 самкам были использованы для определения средних арифметических, пределов вариации, стандартных отклонений, показателей асимметрии и эксцесса репродуктивных признаков, а также для вычисления коэффициентов фенотипической корреляции между признаками. Данные 80 пар мать-дочь были использованы для определения коэффициентов генетической корреляции между признаками. Для определения коэффициента внутриклассовой корреляции среднего размера кладки были использованы данные по 67 сибсам.

Относительную генетическую гетерогенность популяции Γ по изучаемому признаку вычисляли по формуле:

$$\Gamma = \frac{s_A^2}{\bar{x}^2 + s_A^2} \quad [3],$$

где s_A^2 — аддитивная дисперсия, \bar{x} — средняя арифметическая признака.

Если $\Gamma=0$, то популяция генетически однородна относительно данного признака. Генетическая гетерогенность популяции указывает на возможность изменения её генотипической структуры в процессе отбора. К генетическим параметрам популяции также относится относительная наследственная стабильность полигенного признака g^2 , которую рассчитывали по формуле:

$$g^2 = \frac{\bar{x}^2 - s_E^2}{\bar{x}^2} \quad [3],$$

где s_E^2 — средовая дисперсия, \bar{x} — средняя арифметическая признака.

Величина показателя изменяется от 0 до 1. Чем выше значение относительной наследственной стабильности признака, тем большая эффективность массового отбора генотипа по фенотипу. Значение потенциальной вероятности эффективного массового отбора генотипа по фенотипу P определяли по формуле:

$$P = \frac{s_k}{s_k + 1}, \quad s_k = \sqrt{\frac{g^2}{1-g^2}} \quad [3],$$

где s_k — критерий селекционной значимости признака.

Эффективный массовый отбор генотипа по фенотипу возможен лишь в случае $\Gamma < P$ [3].

При массовом отборе особи отбираются строго в соответствии с их собственной фенотипической оценкой. Семейный отбор — это метод отбора, при котором целые семьи отбираются в соответствии с семейными средними значениями признака, он эффективен при низкой наследуемости признака, низкой изменчивости признака, обусловленного общей для семьи средой, и при большом размере семей. Считается, что при коэффициенте наследуемости большем 0,4 можно успешно вести массовый отбор по фенотипу. При коэффициенте наследуемости меньшем 0,4 рекомендуют вести семейную селекцию [8]. Тем не менее, для такого признака, как яйценоскость, коэффициент наследуемости которого в среднем составляет 0,3, в ряде исследований эффективность массового отбора оказалась выше или значимо не отличалась от эффективности семейного отбора [9, 10]. Сибс-отбор — это вариант семейного отбора, при котором отобранные особи не включаются в расчёт семейного среднего значения, на размножение оставляют половину сибсов из лучших семей. При внутрисемейном отборе в каждой семье выбираются особи, наиболее отличающиеся от семейного среднего (семейным средним при этом придаётся нулевой вес), он эффективен при большой величине компоненты средовой изменчивости, общей для членов семьи. В ряде случаев наиболее эффективным оказывается комбинированный отбор, когда учитываются как индивидуальные значения признака у особи, так и среднее значение семьи. При комбинированном отборе каждой особи присваивают индекс ценности. Эффективность различных методов отбора прогнозировали по следующим формулам [1]:

$$R_i = ish^2, \text{ где } R_i \text{ — ответ при массовом отборе;}$$

$$R_f = ish^2 \frac{1 + (n-1)r}{\sqrt{n(1+(n-1)t)}}, \text{ где } R_f \text{ — ответ при семейном отборе;}$$

$$R_s = ish^2 \frac{nr}{\sqrt{n(1+(n-1)t)}}, \text{ где } R_s \text{ — ответ при сибс-отборе;}$$

$$R_w = ish^2 (1-r) \sqrt{\frac{n-1}{n(1-t)}}, \text{ где } R_w \text{ — ответ при внутрисемейном отборе;}$$

$$R_c = ish^2 \sqrt{\left(1 + \frac{(r-t)^2 (n-1)}{(1-t)(1+(n-1)t)} \right)}, \text{ где } R_c \text{ — ответ при комбинированном отборе;}$$

в приведенных формулах i — интенсивность отбора (селекционный дифференциал в единицах стандартного отклонения признака), s — стандартное отклонение признака, h^2 — коэффициент наследуемости признака в узком смысле слова, n — число особей в семье (сибсов), r — коэффициент родства полных сибсов — 0,5, t — коэффициент внутриклассовой корреляции полных сибсов.

Коэффициент генетической корреляции находили по формулам Хейзеля:

$$r_G = \sqrt{\frac{r_{xMyd} \cdot r_{yMxd}}{r_{xMxd} \cdot r_{yMyd}}} \quad (1); \quad r_G = \frac{0.5(r_{xMyd} + r_{yMxd})}{\sqrt{r_{xMxd} \cdot r_{yMyd}}} \quad (2) [11, 12, 13],$$

где r — коэффициент фенотипической корреляции между матерями (M) и дочерьми (d) с разным сочетанием признаков x и y . Формулу (1) использовали в случае, если r_{xMyd} и r_{yMxd} имели одинаковые знаки. В случае, если один коэффициент положительный, а другой отрицательный, пользовались формулой (2).

Коррелированный ответ по одному признаку при отборе по другому признаку определяли по формуле:

$$CR_y = i h_x h_y r_G s_y \quad [2],$$

где CR_y — коррелированный ответ по признаку y , i — интенсивность отбора по признаку x , h_x — корень из коэффициента наследуемости признака x , h_y — корень из коэффициента наследуемости признака y , r_G — коэффициент генетической корреляции между признаками, s_y — стандартное отклонение признака y .

Для того чтобы оценить, какой отбор эффективнее — прямой или косвенный, определяли соотношение:

$$\frac{CR_y}{R_y} = r_G \frac{i_x h_x}{i_y h_y} \quad [2],$$

где R_y — прямой ответ по признаку y .

Результаты исследований и их обсуждение

Статистическая характеристика репродуктивных признаков самок волнистых попугайчиков представлена в табл. 1. Нормальное распределение признака выявлено для среднего размера кладки. Распределение остальных признаков статистически значимо отличается от нормального.

Таблица 1

Репродуктивные признаки самок волнистых попугайчиков

| Признак | $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ | x_{min} | x_{max} | s | As | Ex |
|---|---------------------------|-----------|-----------|-------|--------|--------|
| Средний размер кладки | $7,79 \pm 0,10$ | 5,33 | 10,33 | 1,12 | 0,271 | -0,026 |
| Среднее количество вылупившихся птенцов | $6,52 \pm 0,12$ | 2,67 | 9,00 | 1,29 | -0,473 | 0,870 |
| Среднее количество выледевших птенцов | $6,21 \pm 0,12$ | 1,67 | 9,00 | 1,38 | -0,601 | 1,637 |
| Оплодотворённость яиц, % | $90,85 \pm 0,93$ | 38,10 | 100 | 10,27 | -2,508 | 9,785 |
| Выvodимость яиц, % | $92,13 \pm 0,65$ | 62,50 | 100 | 7,17 | -1,783 | 4,850 |
| Выживаемость птенцов, % | $95,34 \pm 0,72$ | 60,00 | 100 | 8,07 | -2,719 | 8,110 |

Примечания: $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ — средняя арифметическая и её ошибка, x_{min} — минимальное значение признака, x_{max} — максимальное значение признака, s — стандартное отклонение, As — показатель асимметрии ($s_{As} = 0,218$ для всех признаков), Ex — показатель эксцесса ($s_{Ex} = 0,433$ для всех признаков)

Генетические параметры размножающейся группы по среднему размеру кладки, определяющие эффективность массового отбора по этому признаку, представлены в табл. 2. Выявлено, что признак имеет низкую относительную генетическую гетерогенность. Высокая относительная наследственная стабильность признака обеспечивает высокую вероятность эффективного отбора генотипов по фенотипу — 89,4–90,1 %.

Таблица 2

Генетические параметры размножающейся группы по размеру кладки

| | | |
|---|--|--|
| Генетический параметр | $h^2 = 0,398$ $s^2_A = 0,50,$ $s^2_E = 0,75$ | $h^2 = 0,295$ $s^2_A = 0,36,$ $s^2_E = 0,86$ |
| Относительная генетическая гетерогенность | $\Gamma = 0,0082$ | $\Gamma = 0,0059$ |
| Относительная наследственная стабильность | $g^2 = 0,988$ | $g^2 = 0,986$ |
| Критерий селекционной значимости | $Sk = 9,073$ | $Sk = 8,392$ |
| Потенциальная вероятность эффективного массового отбора | $P = 0,901$ | $P = 0,894$ |

Прогноз результатов массового отбора дан в табл. 3. Достаточно высокий ответ на отбор наблюдается в случае, если средний размер кладки отобранных особей — 9 яиц и более. Этот ответ составит 0,36 — 0,51 яиц при интенсивности отбора 1,08 и 0,65 — 0,91 яиц при интенсивности отбора 1,97.

Существует положительная корреляция среднего размера кладки и среднего количества вылупившихся птенцов (коэффициент корреляции Спирмена составил $r = 0,684$, $p < 0,01$), а также среднего размера кладки и среднего количества вылетевших птенцов (коэффициент корреляции Спирмена составил $r = 0,660$, $p < 0,01$). Средние значения количества вылупившихся и вылетевших птенцов при различных размерах кладки изображены на рис. 1.

Генетическая корреляция по признакам “средний размер кладки” и “среднее количество вылупившихся птенцов в кладке” составила $r_g = 0,85$, по признакам “средний размер кладки” и “среднее количество вылупившихся птенцов в кладке” — $r_g = 0,73$. Результаты расчёта коррелированного ответа по количеству вылетевших птенцов при отборе по размеру кладки даны в табл. 3. Выяснено, что увеличение размеров кладки в группе приведёт к увеличению количества вылетевших птенцов. Отношение коррелированного ответа на отбор по размеру кладки к прямому ответу на отбор по количеству вылетевших птенцов при одинаковой интенсивности отбора составило 1,57. Косвенный отбор по размеру кладки для увеличения количества слётков эффективнее прямого отбора по количеству вылетевших птенцов.

Между средним размером кладки и оплодотворённостью яиц, выводимостью яиц и выживаемостью птенцов были получены следующие коэффициенты корреляции Спирмена: $r = 0,027$, $p > 0,05$; $r = 0,021$, $p > 0,05$ и $r = 0,014$, $p > 0,05$ соответственно, коэффициенты генетических корреляций

составили $r_g = 0,34$, $r_g = -0,38$ и $r_g = -0,27$ соответственно. Значения этих репродуктивных признаков при различных размерах кладки изображены на рис. 2.

Таблица 3

Прогнозирование результатов массового отбора по размеру кладки

| Средний размер кладки отобр. особей | i | $h^2 = 0,295$ | | $h^2 = 0,398$ | | |
|-------------------------------------|------|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|
| | | R _{кл} | Ожидаемый средний размер кладки потомства | R _{кл} | Ожидаемый средний размер кладки потомства | R _{сл} |
| 8 | 0,19 | 0,06 | 7,85 | 0,09 | 7,88 | 0,04 |
| 9 | 1,08 | 0,36 | 8,15 | 0,50 | 8,29 | 0,20 |
| 10 | 1,97 | 0,65 | 8,44 | 0,91 | 8,70 | 0,37 |

Примечания: i — интенсивность отбора, R_{кл} — ответ на отбор по размеру кладки, R_{сл} — коррелированный ответ на отбор по размеру кладки (количество слётков), отобр. — отобранных, средний размер кладки до отбора — $7,79 \pm 0,10$, среднее количество вылупившихся птенцов до отбора — $6,21 \pm 0,12$.

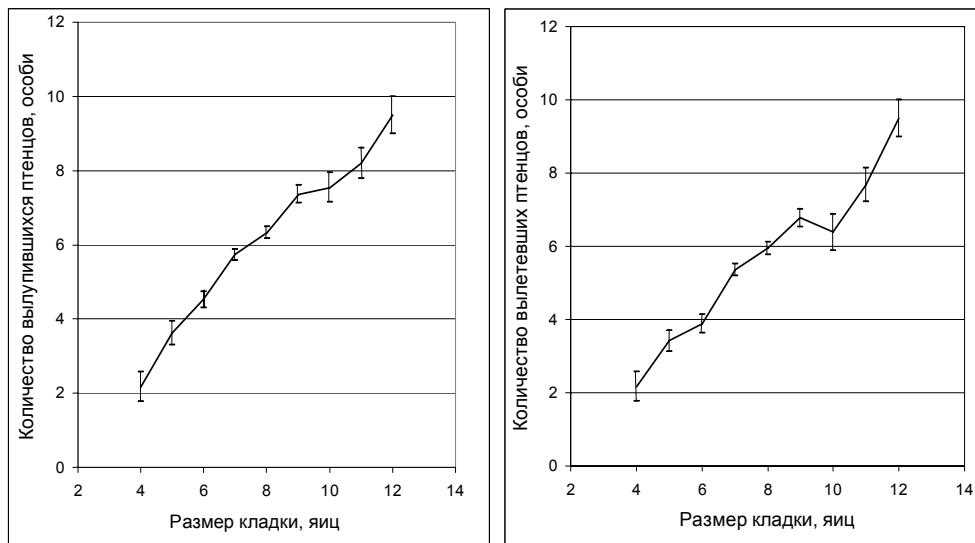


Рис. 1. Среднее количество вылупившихся и вылетевших птенцов при различных размерах кладки

С увеличением размера кладки наблюдается снижение выводимости, что может быть связано со сложностью насиживания более крупной кладки и асинхронным вылуплением птенцов (вылупившиеся птенцы загрязняют яйца, тем самым снижая вероятность появления на свет птенцов из последних яиц). Выводимость яиц может снизиться при увеличении среднего размера кладки, учитывая значение генетической корреляции между этими признаками. Увеличение яичной продуктивности приводит к

снижению оплодотворённости и выводимости яиц у сельскохозяйственной птицы [10, 14]. В то же время, есть информация о положительной фенотипической и генетической связи между выводимостью и яйценоскостью ($r = 0,25$, $r_G = 0,23$) [15]. Увеличение размеров кладки волнистых попугайчиков может привести к незначительному снижению выживаемости птенцов, учитывая значение генетической корреляции между этими признаками. Следует иметь ввиду, что при увеличении размеров выводка резко увеличивается нагрузка на родителей по выкармливанию потомства. Количество птенцов, которое может выкормить до момента вылета из гнезда одна пара без отставания кого-либо из птенцов в росте и развитии, составляет 7–8 особей, в редких случаях 9–10 особей. Для того, чтобы не происходило снижения качества потомства, необходимо вести параллельную селекцию птиц с хорошими родительскими качествами, а также использовать менее плодовитых родителей как приёмных для птенцов потенциально более плодовитых.

Ожидаемые результаты применения различных методов отбора для увеличения размера кладки волнистых попугайчиков представлены на рис. 3.

Расчёты произведены для коэффициента наследуемости размера кладки 0,295. С помощью однофакторного дисперсионного анализа было установлено, что коэффициент внутриклассовой корреляции размера кладки полных сибсов равен 0,35. Обнаружено, что при отборе трёх различных интенсивностей массовый отбор эффективнее семейного, внутрисемейного и сибс-отбора. Эффективность семейного отбора снижается с увеличением числа особей в семье, а внутрисемейного и сибс-отбора — увеличивается. Это может быть связано с тем, что достаточно велика компонента средовой дисперсии, обусловленная общей средой развития сибсов, и достаточно мал размер семей. Расчёты показали, что при различных интенсивностях отбора ответ на комбинированный отбор не будет значимо отличаться от ответа на массовый отбор. Генетический анализ размера кладки у медицинской пиявки установил, что коэффициент наследуемости этого признака равен 0,35–0,40 и что массовый отбор по этому признаку эффективнее семейного отбора при высоких значениях селекционного дифференциала [16].

Дальнейшие исследования по вопросам селекции волнистых попугайчиков должны включать разработку селекционных индексов и индексов племенной ценности с целью выделения наилучших в репродуктивном отношении особей.

Выводы

1. Массовый отбор самок волнистых попугайчиков по размеру кладки является наиболее эффективным методом селекции птиц.
2. Ожидаемый размер кладки после массового отбора птиц со средним размером кладки 9 яиц составит 8,15–8,29 яиц, со средним размером кладки 10 яиц — 8,44–8,70 яиц.

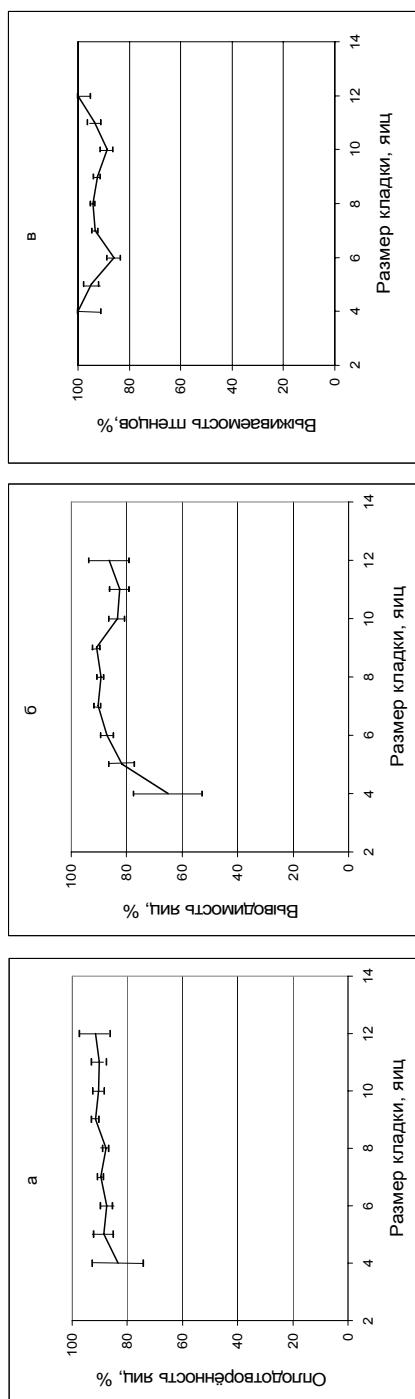


Рис. 2. Репродуктивные показатели волнистых голубятников при различных размерах кладки: а) оплодотворённость яиц, б) выводимость яиц, в) выживаемость птенцов.

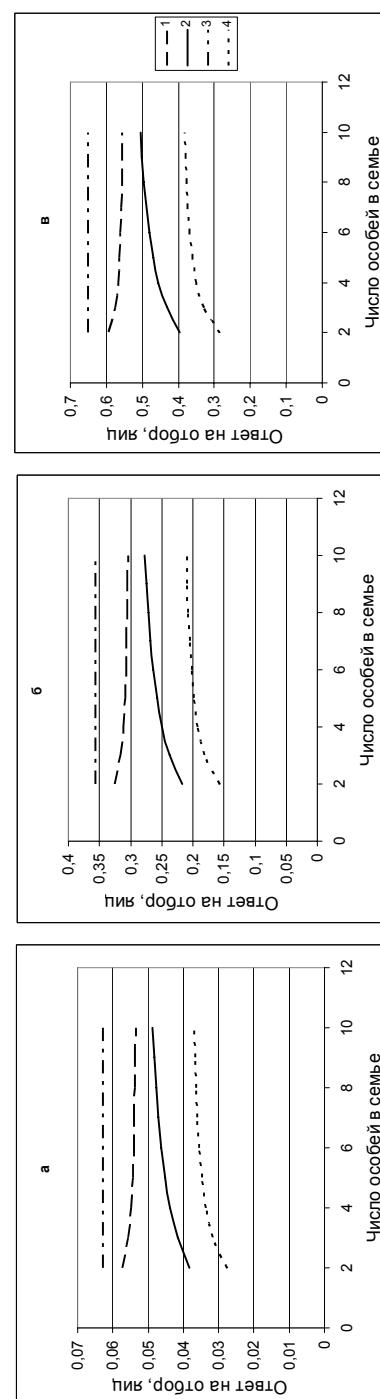


Рис. 3. Эффективность разных методов отбора при среднем размере кладки отобранных особей: а) 8 яиц, б) 9 яиц, в) 10 яиц. Обозначения методов отбора: 1 — семейный, 2 — сибс-отбор, 3 — массовый, 4 — внутрисемейный.

3. Коррелированный ответ по количеству вылетевших птенцов при отборе по размеру кладки превосходит результат прямого отбора по этому признаку.

4. Селекция на увеличение размера кладки не приведёт к снижению оплодотворённости яиц, но может привести к снижению выводимости яиц и выживаемости птенцов.

Выражаю благодарность проф. Л. А. Атраментовой за помощь в проведении статистического анализа и интерпретации полученных результатов.

Литература

1. Фолконер Д. С. Введение в генетику количественных признаков. — М.: Агропромиздат, 1985. — 486 с.
2. Рокицкий П. Ф. Введение в статистическую генетику. — Мн.: Вышэйшая школа, 1978. — 448 с.
3. Генетический анализ количественных и качественных признаков с помощью математико-статистических методов // под ред. Федина М. А., Драгавцева В. А. — ВНИИТЭисельхоз, 1973. — 115 с.
4. Clayton G. A., Morris I. A., Robertson A. An experimental check on quantitative genetical theory I. Short-term responses to selection // Genetics. — 1957. — Vol. 55. — P. 131-151 .
5. Решетникова Н. Ф., Киселёва З. С. Использование коэффициента наследуемости для прогнозирования признаков молочной продуктивности при заданном коэффициенте отбора // Вопросы математической генетики. — Минск, 1969. — с. 105-112.
6. Соскин А. А., Стакан Г. А. О прогнозировании результатов отбора по количественным признакам у овец // Вопросы математической генетики. — Минск, 1969. — с. 86-104.
7. Маркова О. О. Генетичний аналіз репродуктивних показників самиць хвилястих папужок // Науково-технічний бюлєтень інституту біології тварин та державного науково-дослідного контролального інституту ветпрепаратів та кормових добавок. — Львів, 2008. — Вип. 9, №4. — С. 241-247.
8. Коши И. И. Селекция в птицеводстве. — М.: Колос, 1992. — 272 с.
9. Garwood V. A., Lowe P. S., Bohren B. B. An experimental test of the efficiency of family selection in chicken // Theoretical and applied genetics. — 1980. — Vol.1, № 1-2. — P. 5-9.
10. Соккан И. А. Приёмы селекции и воспроизводства кур в интенсивном птицеводстве. — Кишинёв: Штиинца, 1992. — 167 с.
11. Brown G. H. An empirical study of the distribution of the sample genetic correlation coefficient // Biometrics. — 1969. — Vol.25, №1. — P. 63-72.
12. Hazel L. N. The genetic basis for constructing selection indexes // Genetics. — 1943. — Vol.28. — P. 476-490.
13. Меркурьев Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве. — М.: Колос, 1977. — 239 с.
14. Pingel H. Genetics of egg production and reproduction in waterfowl // Poultry breeding and genetics by Roy D. Crawford. — Elsevier Health Sciences, 1990. — P. 771-781.
15. Петухов В. Л., Эрнст Л. К., Гудилин И. И. Генетические основы селекции животных. — М.: Агропромиздат, 1989. — 448 с.
16. Утевская О. М., Атраментова Л. А. Прогнозирование эффективности отбора по репродуктивным признакам у медицинской пиявки (*Hirudo medicinalis L.*) // Генетика. — 2002. — Т. 38, №3. — С. 316-322.

О. О. Маркова,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
кафедра генетики і цитології,
пл. Свободи, 4, м. Харків, 61077, Україна, e-mail: arabesca@gala.net

**ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ШТУЧНОГО ДОБОРУ
ЗА РОЗМІРОМ КЛАДКИ У ХВИЛЯСТИХ ПАПУЖОК
(*MELOPSITTACUS UNDULATUS*)**

Резюме

Встановлено, що для збільшення розміру кладки хвилястих папужок найефективнішим є використання масового добору з високим диференціалом. Середній розмір кладки до добору склав $7,79 \pm 0,10$ яєць. При середньому розмірі кладки відібраних особин 9 яєць, середній розмір кладки потомства складе $8,15 - 8,29$ яєць. Збільшення розмірів кладки може привести до збільшення кількості пташень, що вилетіли з гнізда, а також до зниження виводимості яєць та виживаності пташенят.

Ключові слова: розмір кладки, хвилястий папужка, ефективність добору.

О. А. Markova,

Kharkov National V. N. Karazin University,
Department of Genetics and Cytology,
Sq. Svobody, 4, Kharkov, 61077, Ukraine, e-mail: arabesca@gala.net

PREDICTING EFFICIENCY OF ARTIFICIAL SELECTION ON CLUTCH SIZE IN THE BUDGERIGARS (*MELOPSITTACUS UNDULATUS*)

Summary

It has been established that application of mass selection with a high differential will be most effective for the increase of budgerigar's clutch size. The mean clutch size before the selection was $7,79 \pm 0,10$ eggs. If mean clutch size of the selected individuals is 9 eggs, the mean clutch size of posterity will be $8,15 - 8,29$ eggs. The increase of clutch size can result in the increase of the quantity of fledglings, in the decrease of egg hatchability and nestlings' survival rate.

Key words: clutch size, budgerigar, efficiency of selection.

Д. Б. Радионов¹ зав. лаб.,

А. М. Андриевский² канд. биол. наук, доц., докторант,

Н. Д. Хаустова² канд. биол. наук, доц.,

А. А. Красносельская² магистр.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

¹ — лаборатория физико-химических методов исследования,

² — кафедра генетики и молекулярной биологии,

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина, e-mail: pankovae@yandex.ru

АНАЛИЗ ЧАСТОТ ВСТРЕЧАЕМОСТИ ГЕНОТИПОВ И АЛЛЕЛЕЙ ПО ЛОКУСУ β -ЭСТЕРАЗЫ В ПРИРОДНЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Используя метод щелочного электрофореза в поликариламидном геле, изучали аллозимный состав и определяли частоты встречаемости генотипов и аллелей по локусу β -специфичной карбоксиэстеразы (β -Est) в трех природных популяциях *Drosophila melanogaster*, обитающих в Чернобыльской зоне отчуждения, а также в полученных из них лабораторных популяциях, содержавшихся в течение сорока поколений при 24 °C и 27 °C. Показаны межпопуляционные различия в частотах аллелей и генотипов по изучаемому локусу. Установлена роль температуры в формировании указанных различий.

Ключевые слова: аллозимы β -специфичной карбоксиэстеразы, частоты аллелей и генотипов по локусу β -Est, природные и лабораторные популяции *Drosophila melanogaster*.

Многие исследователи указывают на то, что наличие в тканях различных аллозимов играет важную роль в процессе приспособления организмов к различным факторам окружающей среды. Однако, динамика соотношения конкретных аллозимов при адаптации бионтов к действию определенных экологических факторов, даже у такого модельного объекта как *Drosophila melanogaster*, изучена недостаточно [1–3].

По нашему мнению, при адаптации к изменяющимся внешним условиям важную роль играют гидролитические ферменты, которые выполняют в организме важные функции, в том числе поддержания физиологического баланса различных биологически активных веществ. В связи с этим изучение состояния этих ферментных систем у организмов одного вида, обитающих в разных условиях, является эффективным методом оценивания адаптивных возможностей вида и популяций. Одним из наиболее показательных и в тоже время недостаточно изученных ферментов у *Drosophila melanogaster* является β -специфичная эстераза, представленная двумя аллоформами [4].

Цель данной работы — сравнить частоты встречаемости аллелей локуса β -Est у мух из исходных природных и полученных из них лабораторных популяций, содержавшихся при разных температурных режимах (24 °C и 27 °C) в течение 40 поколений.

Материалы и методы исследования

Для исследования использовали имаго *Drosophila melanogaster*, отобранных в 2007 году из трёх природных популяций, обитающих на территориях Чернобыльской зоны отчуждения (*Водоём* — охладитель ЧАЭС, *Полесская* и *Садовая*). Из них были выведены лабораторные популяции, разводимые методом массовых скрещиваний в течение 40 поколений. При этом лабораторные популяции были разделены на две группы. Развитие мух первой группы происходило при 24 °C, а мух второй группы содержали при 27 °C. В обоих случаях использовали стандартную питательную среду [5].

Для получения экстрактов тканей отдельно взятых 15 самцов и 15 самок (предварительно наркотизированных диэтиловым эфиром) из каждой популяции гомогенизировали в течение 2 мин в 10 мкл глицин-NaOH буфера pH 9,0, содержащего 1 % тритона X-100. Гомогенаты центрифугировали при 10 000 g в течение 15 минут при +4 °C. К полученным экстрактам добавляли 5 мкл 0,01 % раствора бромфенолового синего, приготовленного на 60 % растворе сахарозы, после чего их подвергали электрофоретическому разделению в системе щелочного (pH 8,3) вертикально-пластиначного 7,5 % полиакриламидного геля. После электрофореза гелевые блоки отмывали дистиллированной водой. Наличие молекулярных форм эстераз определяли с помощью гистохимической реакции азосочетания продуктов расщепления α - и β -нафтилацетатов с солью диазония (прочным синим) в среде (25 мл) 0,1 M трис-глицинового буфера pH 7,4. Через 20 минут инкубации ферменты инактивировали термической обработкой. Находящиеся в гелевом блоке аллозимы β -специфичной карбоксиэстеразы идентифицировали при помощи лицензионной компьютерной программы “АнаИС” (Поджарский, Рыбалка, 2004, Украина). Теоретически ожидаемые частоты генотипов и аллелей по локусу β -Est рассчитывали по формуле Харди — Вайнберга. Статистическую обработку полученных данных проводили, пользуясь компьютерной программой “Excel” из пакета “MS Offise” и специальным руководством [6].

Результаты исследования и обсуждение

Анализ частот встречаемости F- и S-аллозимов β -специфичной карбоксиэстеразы у *Drosophila melanogaster* из природных популяций (рис. 1 А, 1 Б) показал наличие гетерогенности по локусу β -Est. Исключение составила только природная популяция *Садова* и соответственно полученные из неё лабораторные популяции, где частота генотипа β -Est^S / β -Est^S во всех случаях составляла 100 %. Об этом свидетельствует тот факт, что у мух указанных популяций отсутствовал F-аллозим β -эстеразы (рис. 1 В).

В других природных популяциях из Чернобыльской зоны отчуждения частоты встречаемости генотипов по исследуемому локусу значительно отличались друг от друга. Так в *Полесской* популяции частота гетерозигот β -Est^S / β -Est^F и гомозигот β -Est^S / β -Est^S была одинаковой, соотношение

указанных генотипов составляло 1,0. Интересен тот факт, что гомозигот по аллелю, кодирующему F-алозим, т. е. генотипов $\beta\text{-Est}^F / \beta\text{-Est}^F$, среди мух, отобранных из природной популяции, вообще не было обнаружено (рис. 1 Б). В то же время в популяции, обитающей на берегу водоёма — охладителя ЧАЭС, частота генотипа $\beta\text{-Est}^F / \beta\text{-Est}^F$ была максимальной и достигала 0,53 (рис. 1 А). Частоты других генотипов были значительно ниже и составляли 0,40 и 0,07 для гетерозигот и гомозигот по S-аллелю соответственно.

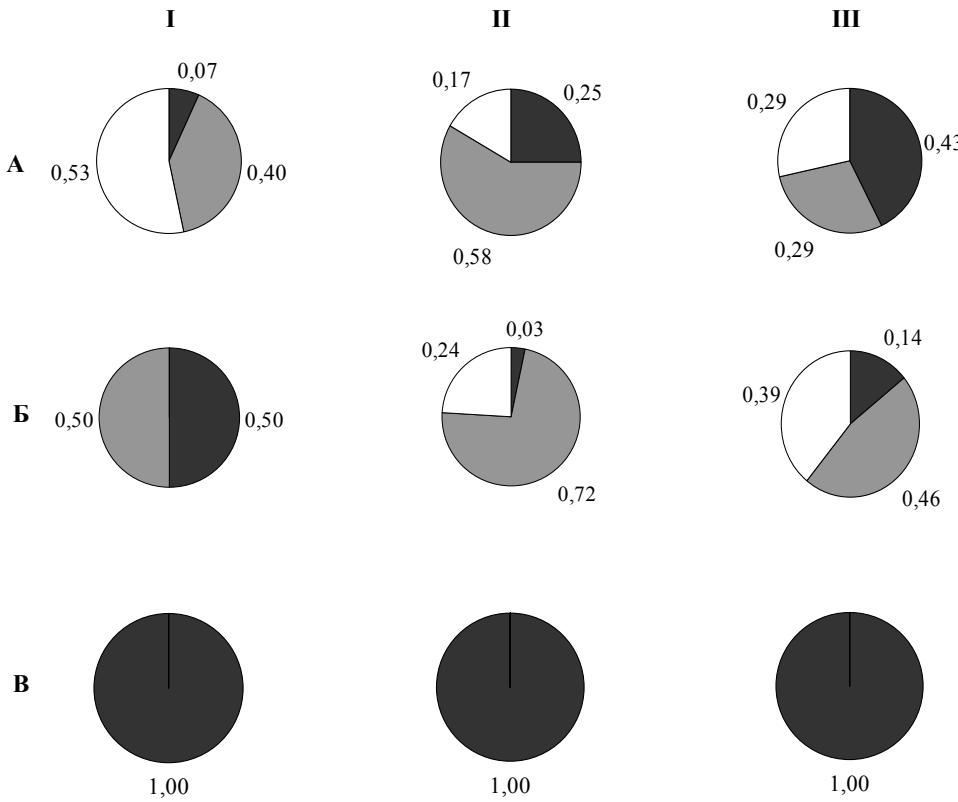


Рис. 1. Наблюдаемые частоты встречаемости генотипов по локусу β -карбоксиэстеразы в природных и лабораторных популяциях *Drosophila melanogaster*

Популяции: А — Водоём — охладитель ЧАЭС, Б — Полесская, В — Садовая; I — исходные природные популяции, II — лабораторные популяции, содержащиеся при 24 °C, III — лабораторные популяции, содержащиеся при 27 °C; ■ — частоты генотипа $\beta\text{-Est}^S / \beta\text{-Est}^S$, ■ — частоты генотипа $\beta\text{-Est}^S / \beta\text{-Est}^F$, □ — частоты генотипа $\beta\text{-Est}^F / \beta\text{-Est}^F$

Содержание мух в лабораторных условиях при разных стабильных температурах в течение 40 поколений существенно сказалось на динамике частот генотипов. Так, при постоянном культивировании при 24 °C в лабораторных популяциях *Drosophila melanogaster*, полученных из природных

популяций *Водоём — охладитель ЧАЭС* и *Полесская*, частота гетерозигот по локусу β -*Est* значительно возросла: с 0,40 до 0,58, и с 0,50 до 0,73 соответственно (рис. 1 А, Б). В изменениях частот других генотипов относительно их частот в исходных популяциях чёткой тенденции нами не замечено. Так, в лабораторной популяции, полученной от мух *Полесской* популяции, наблюдалось появление гомозигот Est^F / β -*Est*^F (частота 0,24) и значительное снижение частоты встречаемости мух с генотипом β -*Est*^S / β -*Est*^S (с 0,50 до 0,03). В то же время в лабораторной популяции, полученной из мух, обитающих на берегу водоёма-охладителя ЧАЭС, по сравнению с исходной природной популяцией наблюдается снижение частот встречаемости гомозигот, содержащих *F*-аллозим, и повышение частот встречаемости гомозигот, продуцирующих *S*-аллозим.

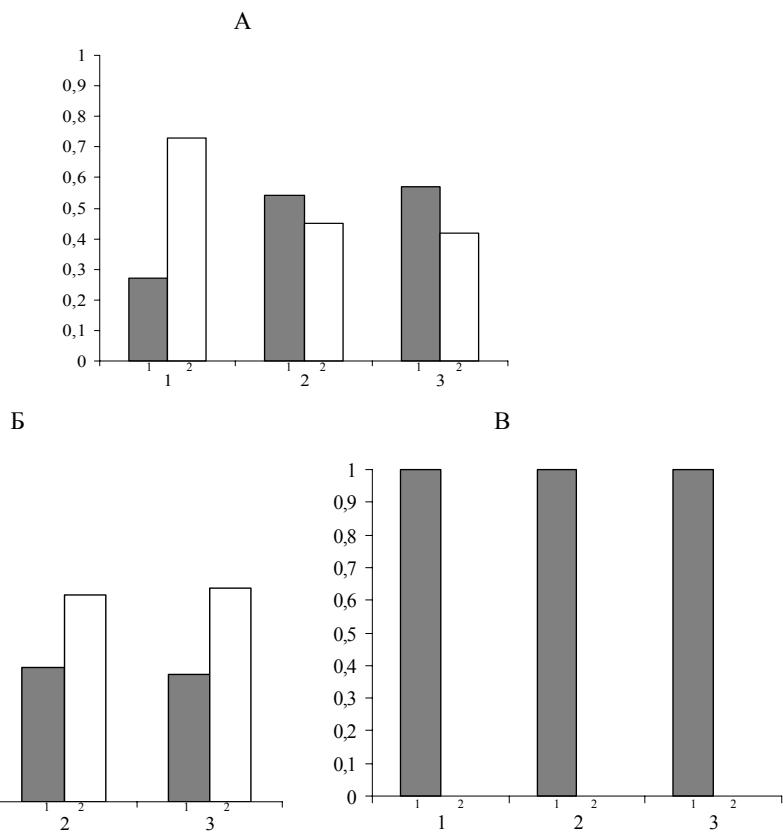


Рис. 2. Частоты встречаемости аллелей локуса β -эстеразы в природных и лабораторных популяциях *Drosophila melanogaster*, развивавшихся при различных температурах
Популяции: А — *Водоём — охладитель ЧАЭС*, Б — *Полесская*, В — *Садовая*;
1 — исходные природные популяции, 2 — лабораторные популяции, содержащиеся при 24 °C; 3 — лабораторные популяции, содержащиеся при 27 °C; 1 — частота *S*-аллеля, 2 — частота *F*-аллеля

Содержание мух при 27 °C, наоборот, привело к снижению количества гетерозигот в анализируемой выборке (частота для мух *Полесской* популяции снизилась с 0,50 до 0,46, а для мух популяции *Водоём — охладитель ЧАЭС* — с 0,40 до 0,29). Однако, при этом наблюдалась различная тенденция в изменении встречаемости гомозигот в двух исследуемых лабораторных популяциях, происходящих от соответствующих природных популяций. Так, в лабораторной популяции, полученной из мух *Водоём — охладитель ЧАЭС*, частота генотипа $\beta\text{-}Est^F / \beta\text{-}Est^F$ снизилась, тогда как частота генотипа $\beta\text{-}Est^S / \beta\text{-}Est^S$, наоборот, возросла (рис. 1 А). В то же время у популяции, полученной от исходной *Полесской* популяции, изменение частот гомозиготных генотипов было совершенно противоположным: частота генотипа $\beta\text{-}Est^F / \beta\text{-}Est^F$ возросла с 0 до 0,39, а генотипа $\beta\text{-}Est^S / \beta\text{-}Est^S$ уменьшилась до 0,14 (рис. 1 Б). Сравнивая частоты генотипов в лабораторных популяциях, содержащихся при разных температурных режимах, можно отметить что при 27 °C гетерозиготы встречаются значительно реже, чем при 24 °C, тогда как гомозиготы, наоборот, встречаются чаще (рис. 1 А и 1 Б).

Анализируя частоты встречаемости аллелей, кодирующих различные молекулярные формы β -специфичной эстеразы, следует отметить, что в исходных популяциях они значительно отличались друг от друга. Так, в природной популяции *Водоём — охладитель ЧАЭС* частота аллеля $\beta\text{-}Est^F$ значительно превышала частоту аллеля $\beta\text{-}Est^S$ (0,73 и 0,27 соответственно), а в популяции *Полесская* частоты тех же аллелей составляли 0,25 и 0,75 (рис. 2.) Содержание в стабильных лабораторных условиях мух, обитавших изначально вблизи водоёма-охладителя ЧАЭС, привело к снижению частоты аллеля $\beta\text{-}Est^S$ и соответственно увеличению частоты встречаемости аллеля $\beta\text{-}Est^F$ как при 24 °C, так и при 27 °C. Различия частот аллелей между этими двумя лабораторными популяциями оказались незначительными (рис. 2 А), в то время как различия частот встречаемости генотипов по указанному локусу оказались более существенными. Сходным образом в лабораторных популяциях, полученных из исходной *Полесской* популяции, хотя и наблюдается противоположная динамика изменения частот аллелей, а именно снижение частоты встречаемости аллеля $\beta\text{-}Est^S$ и увеличение частоты встречаемости аллеля $\beta\text{-}Est^F$, не наблюдалось достоверных различий в частотах аллелей между популяциями, содержавшимися при 24 °C и при 27 °C. В то же время частоты встречаемости генотипов значительно различались (рис. 1 и 2). Очевидно, это отражает механизм адаптации мух к стабильным, но разным температурным условиям.

Важным, на наш взгляд, является подтверждение наличия дополнительной молекулярной формы β -специфичной карбоксиэстеразы у мух популяции *Водоём — охладитель ЧАЭС* [7] с частотой встречаемости 0,14, обладающей наименьшей электрофоретической подвижностью (Rf 0,300). Указанный аллозим обнаружен нами ранее именно в этой популяции мух, и не наблюдается в других природных и лабораторных популяциях *Drosophila melanogaster*.

Выводы

1. Исследуемые природные популяции *Drosophila melanogaster* *Водоём — охладитель ЧАЭС* и *Полесская* характеризуются гетерогенностью по локусу β -*Est*, в то время как популяция *Садовая* представлена исключительно генотипом β -*Est*^S / β -*Est*^S.
2. Содержание мух в лабораторных условиях при стабильных температурах ведёт к изменению частот встречаемости аллелей и генотипов по локусу β -*Est*.
3. Лабораторные популяции, полученные из природных популяций *Водоём — охладитель ЧАЭС* и *Полесская*, содержащиеся при 24 °C и 27 °C, не различаются по частоте встречаемости аллелей β -*Est*, но различаются по частоте соответствующих генотипов.

Литература

1. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. — М.: Мир, 1977. — 398 с.
2. Захаров И. К., Ваулин О. В., Илинский Ю. Ю. и др. Источники генетической изменчивости в природных популяциях *Drosophila melanogaster* // Вестник ВОГиС. — 2008. — Т. 12, № 1/2. — С. 112–126.
3. Baker A. J. Molecular methods in Ecology. — Blackwell: Oxford, 2000. — 420 р.
4. Андриевский А. М., Тоцкий В. Н. Генетическая структура экспериментальной популяции *Drosophila melanogaster*, полиморфной по локусу β -фильной карбоксиэстеразы // Цитология и генетика. — 2006. — Т. 40, № 6. — С. 3–10.
5. Медведев Н. Н. Практическая генетика. — М.: Наука, 1968. — 294 с.
6. Рокицкий П. Ф. Введение в статистическую генетику. — Минск: Вышэйшая школа, 1978. — 448 с.
7. Радионов Д. Б., Андриевский А. М., Тоцкий В. Н., Козерецкая И. А. Частоты встречаемости генотипов и аллелей по локусу β -специфичной карбоксиэстеразы в популяциях *Drosophila melanogaster* Украины (в печати).

**Д. Б. Радіонов¹, О. М. Андрієвський²,
Н. Д. Хаустова², Г. О. Красносельська²**

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

¹ — лабораторія фізико-хімічних методів досліджень,

² — кафедра генетики і молекулярної біології,

бул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна, e-mail: pankovae@yandex.ru

**АНАЛІЗ ЧАСТОТ ЗУСТРІЧАЛЬНОСТІ ГЕНОТИПІВ І АЛЕЛІВ
ПО ЛОКУСУ β -СПЕЦИФІЧНОЇ КАРБОКСІЕСТЕРАЗИ
В ПРИРОДНИХ ТА ЛАБОРАТОРНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ *DROSOPHILA MELANOGASTER***

Резюме

Використовуючи метод лужного електрофорезу в поліакриламідному гелі, вивчали алозимний склад і визначали частоти зустрічальності генотипів та алелів по локусу β -специфічної карбоксіестерази (β -Est) у трьох природних популяціях *Drosophila melanogaster*, що мешкають в Чернобильській зоні відчуження, а також в отриманих з них лабораторних популяціях, які утримувалися протягом сорока поколінь при 24 °C і 27 °C. Показані міжпопуляційні відмінності в частотах алелів і генотипів за дослідженням локусом. Встановлена роль температури у формуванні зазначених розходжень.

Ключові слова: алозими β -специфічної карбоксіестерази, частоти алелів і генотипів по локусу β -Est, природні та лабораторні популяції *Drosophila melanogaster*.

**D. B. Radionov¹, A. M. Andrievsky²,
N. D. Khaustova², A. A. Krasnoselska²**

Odessa National Mechnikov University,

¹ — Laboratory of Physico-Chemical Study,

² — Department of Genetics and Molecular Biology,

Dvoryanskaya Str., 2, Odessa, 65082, Ukraine, e-mail: pankovae@yandex.ru

ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF GENOTYPES AND ALLELE AT LOCUS OF β -SPECIFIC CARBOXYLESTERASE IN NATURAL AND LABORATORY POPULATIONS' OF *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Summary

Using the method of alkaline polyacrylamide gel electrophoresis we have studied alleles composition and have determined the frequency of genotypes and alleles of β -specific carboxylesterase in three natural populations of *Drosophila melanogaster* from Chernobyl estrangement zone. We have also got from these natural groups of flies laboratory populations that have been kept during 40 generations in 24 °C and 27 °C. Inter-population differences in frequencies of genotypes and alleles at locus β -Est have been shown. The role of temperature in forming these differences have been determined.

Key words: allozymes of β -specific carboxylesterase, the frequency of alleles and genotypes at locus β -Est, natural and laboratory populations of *Drosophila melanogaster*.

Г. А. Чеботарь^{1,3} студентка,

С. В. Чеботарь¹ канд. биол. наук, вед. науч. сотр.,

И. И. Моцный² канд. биол. наук, вед. науч. сотр.,

Е. И. Лобанова¹ млад. науч. сотр.,

Ю. М. Сиволап¹ докт. биол. наук., директор

¹ Южный биотехнологический центр в растениеводстве УААН, Украина, 65036, Одесса, Овидиопольская дор., 3, e-mail: sabina-schebotar@rambler.ru,

² Селекционно-генетический институт — Национальный центр

сортознания и семеноводства УААН, Украина, 65036, Одесса,

Овидиопольская дор., 3

³ Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, Украина,

65026, Одесса, ул. Дворянская, 2

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛИНИЙ-АНАЛОГОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫСОТЕ РАСТЕНИЙ

С помощью генетического и молекулярно-генетического анализа, а также теста на чувствительность проростков к гибберелловой кислоте определили аллельное состояние генов *Rht8*, *Rht-B1* и *Rht-D1* в генотипах короткостебельных линий-аналогов и рекуррентных форм пшеницы: Кооператорка, Кооператорка К-90, Коператорка К-70, Одесская 3, Одесская 3 К-75, Одесская 51, Одесская 51 К-73, Степняк, Степняк-2К, Одесская полукарликовая, Карлик 1.

Микросателлитный анализ показал, что исследуемые линии-аналоги озимой мягкой пшеницы имеют различный процент восстановленности генофона рекуррентного родителя.

Ключевые слова: пшеница, молекулярные маркеры, гены короткостебельности.

Гены короткостебельности или карликовости (*Rht*) понижают высоту растений мягкой пшеницы. Согласно каталогу генов мягкой пшеницы [1], описано 20 генов короткостебельности. Наиболее активно в селекционную практику вовлечены гены *Rht-B1b*, *Rht-D1b*, *Rht-8c* [2 — 6]. Гены *Rht-B1b* и *Rht-D1b* (ранее обозначаемые как *Rht1* и *Rht2*, соответственно) локализованы на гомеологичных хромосомах 4BS и 4DS и являются гиббереллин-невчувствительными генами короткостебельности. Ген *Rht-8c* рассматривают как чувствительный к действию гибберелловой кислоты [7, 8]. С данным геном в хромосоме 2DS на расстоянии 0,6 сМ спаян микросателлитный локус *Xgwm261* [9], который часто используется для маркировки аллелей гена *Rht8*.

Гибберелловая кислота (ГК) — органическое вещество дитерпеноидной природы — является гормоном роста растений. Под действием ГК снимается репрессия роста растений, вызванная DELLA протеинами. Мутации, влияющие на функции DELLA протеинов и обуславливающие возникновение аллелей *Rht-B1b* и *Rht-D1b* генов короткостебельности, во времена

“Зеленой революции” использовались селекционерами для создания полукарликовых сортов [10].

Эффекты аллелей генов корокостебельности на агрономические признаки озимой мягкой пшеницы изучаются и широко дискутируются в литературе [2, 4, 11–14]. Уменьшение высоты растений до уровня высоты полукарликовой пшеницы авторы связывают с достоверным увеличением количества зерен, индекса урожайности и урожая зерна, а также с уменьшением массы зерен [15, 16].

В СГИ НЦСС созданы короткостебельные линии-аналоги старых сортов пшеницы, засухоустойчивых, но позднеспелых и нестойких к полеганию. Данные линии представляют значительный интерес для изучения эффектов аллелей генов короткостебельности на хозяйствственно-ценные признаки при выращивании мягкой пшеницы в условиях юга Украины.

Цель настоящего исследования состояла в определении аллельного состава генов короткостебельности *Rht8*, *Rht-B1*, *Rht-D1* в генотипах линий с помощью молекулярных маркеров и теста на чувствительность к гибберелловой кислоте, а также в определении степени восстановления генофона рекуррентного родителя у короткостебельных аналогов.

Материалы и методы

В работе анализировали линии-аналоги мягкой пшеницы и их рекуррентные формы: Кооператорка К-90, Кооператорка К-70 — Кооператорка; Одесская 3 К-75 — Одесская 3; Одесская 51 К-73 — Одесская 51; Степняк-2К — Степняк, а также сорта Одесская полукарликовая, Карлик 1 (UA0102183), которые служили донорами генов короткостебельности. Сорт Краснодарский карлик 1 получен путем химического мутагенеза из сорта Безостая 1. Этот сорт, согласно [17], кроме рецессивного гена короткостебельности от Безостой 1, несет еще один ген рецессивного или слабодоминантного типа, который возник в процессе мутагенеза. Сорт Одесская полукарликовая получен от скрещивания Краснодарский карлик 1 x Одесская 51.

Исследуемые линии-аналоги существенно отличаются от родительских сортов высотой растений и периодом вегетации. Последнее возможно из-за привнесения в генотип линий гена фотопериодической чувствительности *Ppd-D1a*, который согласно данным Worland и Law [7] сцеплен с геном *Rht8c* на хромосоме 2DS. При создании линий-аналогов автором (Хангильдиным В. В.) было проведено 6 бекроссов на рекуррентные формы. Также выполняли генетический анализ наследования признака “высота растений” в пяти популяциях F_2 , полученных от скрещивания рекуррентных форм на линии-аналоги: Кооператорка x Кооператорка К-70; Кооператорка x Кооператорка К-90; Одесская 3 x Одесская 3 К-75; Одесская 51 x Одесская 51 К-73; Степняк x Степняк-2К. Число *Rht*-генов определяли по соотношению классов высокорослых и низкорослых растений, как описано [18]. Степень соответствия фактических данных теоретически ожидаемым в популяциях F_2 оценивали по критерию χ^2 . Для определения разницы средних по высоте растений (ВР) между исходными сортами и линиями-аналогами использовали критерий Стьюдента.

ДНК выделяли из этиолированных проростков пшеницы по стандартной методике [19]. ПЦР-анализ генов короткостебельности *Rht-B1* и *Rht-D1* проводили согласно рекомендациям Ellis et al. [20]. С помощью ПЦР-анализа микросателлитного локуса *Xgwm261* определяли аллели гена *Rht8*, как описано Korzun et al. [9]. Продукты амплификации фракционировали в 10 % денатурирующем полиакриламидном геле, содержащем 8 М мочевину. Визуализацию продуктов амплификации проводили согласно рекомендациям Promega [21]. Обсчет результатов электрофореза проводили с помощью компьютерной программы "Image Master VDS". Определение молекулярной массы фрагментов амплификации осуществляли, используя маркеры молекулярной массы pUC19/MspI и pBlueScript/MspI.

Тестирование чувствительности проростков исходных форм и линий-аналогов к действию гибберелловой кислоты (ГК) проводили по методике, описанной Börner et al. [22].

Уровень генетического полиморфизма между линиями-аналогами и рекуррентными родительскими формами определяли с помощью микросателлитного (МС) анализа локусов *Xgwm126* (5A), *Xgwm293* (7B), *Xgwm415* (5A), *Xgwm 179* (5A), *Xgwm 3* (3D), *Xgwm165* (4A), *Xgwm153* (1B), *Xgwm577* (7B), *Xgwm095* (2A), *Xgwm186* (5A), *Xgwm190* (5B), *Xgwm357* (1A), *Xgwm437* (7D), *Xgwm304* (5A), *Xgwm155* (3A), *Xgwm325* (6D); *Xgwm408* (5D), как рекомендовано Röder et al. [23].

Результаты и обсуждение

В исследованиях 2008 г. нами выявлены достоверные различия между исходными сортами и их аналогами по высоте растений (табл. 1).

У линий-аналогов Кооператорка К-90 и Кооператорка К-70, созданных на основе линии из сорта Кооператорка, которая характеризовалась *Rht8a* аллелем, с помощью диагностического МС-маркера *Xgwm261* детектировали *Rht8c* аллель, идентичный аллелю отцовской формы Одесская полукарликовая. Аллель *Rht8c* выявили также у Одесской 51, Карлика 1 и у линий-аналогов Одесская 3 К-75, Одесская 51 К-73, Степняк-2К. У сорта Степняк нами в локусе *Xgwm261* детектирован аллель размером 214 п.н. (табл. 1).

Тест на чувствительность к ГК показал, что линии-аналоги Кооператорка К-70, Одесская 3 К-75, Одесская 51 К-73, Степняк-2К, а также Одесская полукарликовая и Карлик 1 не чувствительны к действию гибберелловой кислоты (рис. 1).

При помощи аллель-специфичной ПЦР с праймерами к генам *Rht-D1* (4D) и *Rht-B1* (4B) установлено, что *Rht-B1b* аллель представлен в генотипе линии-аналога Одесская 3 К-75 (рис. 2), аллель *Rht-D1b* — в генотипах Степняка-2К и Одесской 51 К-73 (табл. 1).

Высота растений в 2008 г. у Кооператорки была на 20,7 % больше, чем у ее аналога Кооператорки К-90, и на 48,1 %, чем у Кооператорки К-70. Установлено, что в отличие от сорта Кооператорка линии-аналоги Кооператорка К-90 и Кооператорка К-70 содержат ген короткостебельности *Rht8c*.

Кроме того, проростки линии-аналога Кооператорка К-70 обнаруживали нечувствительность к ГК, а ПЦР с праймерами к локусам *Rht-B1* и *Rht-D1* не выявили аллель *b*, который характерен для нечувствительных генотипов. Исходя из родословной линии Кооператорка К-70 [(Кооператорка х Одесская полукарликовая) х Кооператорка⁶] F₀ в данном генотипе может присутствовать аллель *Rht-B1e*, что согласуется с данными гиббереллового теста и ПЦР-анализа.

Таблица 1

Аллельная характеристика генов короткостебельности исследуемых генотипов

| Линии-аналоги | ВР, см (2008 г.) $x \pm Sx$ | <i>Rht8</i> | <i>Rht-B1</i> | <i>Rht-D1</i> | Чувстви- тельность к действию ГК |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|----------------|--|
| Кооператорка | 147,0 ± 4,5 | <i>Rht8a</i> | <i>Rht-B1a</i> | <i>Rht-D1a</i> | Ч |
| Кооператорка К-90 | 116,6 ± 3,9 | <i>Rht8c</i> | <i>Rht-B1a</i> | <i>Rht-D1a</i> | Ч |
| Кооператорка К-70 | 76,3 ± 3,2 | <i>Rht8c</i> | <i>Rht-B1e</i> | <i>Rht-D1a</i> | Н |
| Одесская 3 | 135,9 ± 2,7 | <i>Rht8a</i> | <i>Rht-B1a</i> | <i>Rht-D1a</i> | Ч |
| Одесская 3 К-75 | 102,5 ± 2,5 | <i>Rht8c</i> | <i>Rht-B1b</i> | <i>Rht-D1a</i> | Н |
| Одесская 51 | 112,1 ± 1,7 | <i>Rht8c</i> | <i>Rht-B1a</i> | <i>Rht-D1a</i> | Ч |
| Одесская 51 К-73 | 86,2 ± 8,1 | <i>Rht8c</i> | <i>Rht-B1a</i> | <i>Rht-D1b</i> | Н |
| Степняк | 121,5 ± 0,7 | <i>Rht8x</i> 214 н.н. | <i>Rht-B1a</i> | <i>Rht-D1a</i> | Ч |
| Степняк-2К | 94,6 ± 2,7 | <i>Rht8c</i> | <i>Rht-B1a</i> | <i>Rht-D1b</i> | Н |
| Одесская полукар- ликовая | 74,6 ± 2,8 | <i>Rht8c</i> | <i>Rht-B1e</i> | <i>Rht-D1a</i> | Н |
| Карлик 1 | 81,7 ± 1,2 | <i>Rht8c</i> | <i>Rht-B1b</i> | <i>Rht-D1a</i> | Н |

Примечание: Ч — чувствительна; Н — нечувствительна.

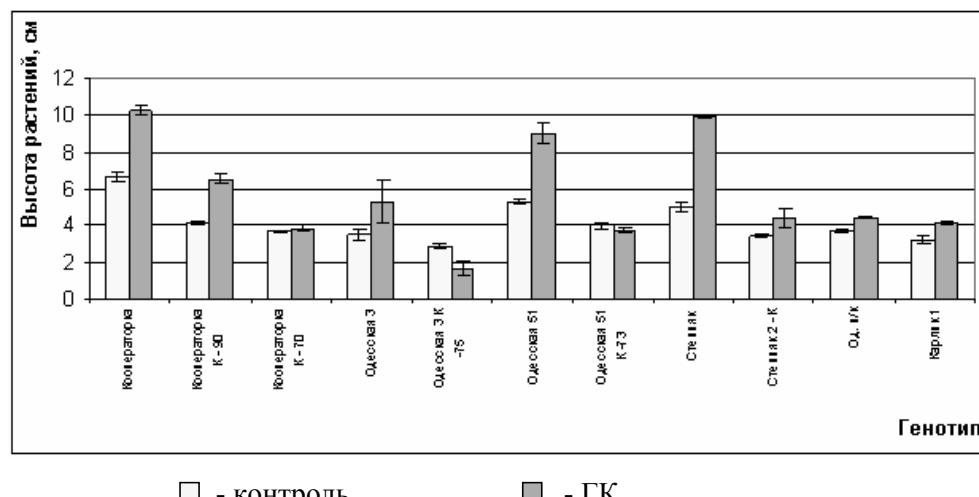


Рис. 1. Чувствительность к гибберелловой кислоте у генотипов, различающихся генами короткостебельности с указанием ошибки средней

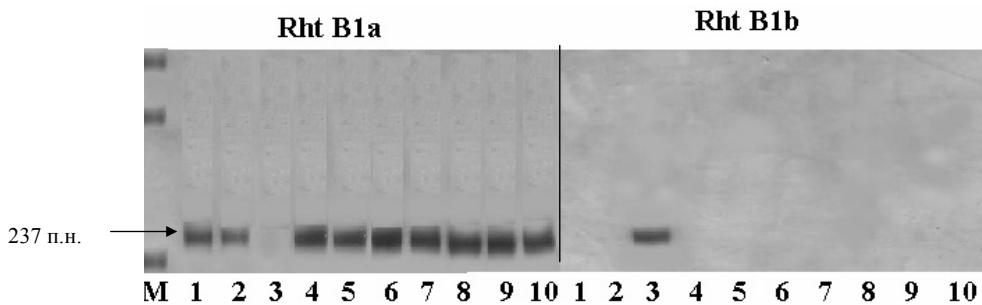


Рис. 2. Электрофоретическое разделение в 10 % ПААГ продуктов амплификации, полученных в ходе ПЦР ДНК сортов и их аналогов с аллель-специфичными праймерами к локусу *Rht-B1*: М — маркер молекулярной массы pBlueScript/MspI, 1. Степняк-2К; 2. Одесская 3; 3. Одесская 3 К-75; 4. Кооператорка; 5. Кооператорка К-90; 6. Кооператорка К-70; 7. Одесская 51 К-73; 8. Одесская полукарликовая; 9. Степняк; 10. Одесская 51

По данным генетического анализа, в популяциях F_2 от скрещиваний Кооператорка x Кооператорка К-90; Кооператорка x Кооператорка К-70 показано mendелевское расщепление 15:1 ($\chi^2 = 0,09$; $P=0,76$) и 63:1 ($\chi^2 = 0,09$; $P=0,77$) (табл. 2).

Таблица 2
Расщепление гибридов F_2 по высоте растений

| Комбинация скрещивания | Количество рас- тений | | Соот- ветствие гипотезе | χ^{2*} | p |
|----------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------|-------------|------|
| | высоко- рослых | низко- рослых | | | |
| Кооператорка x Кооператорка К-90 | 3 | 54 | 1 / 15 | 0,09 | 75,8 |
| Кооператорка x Кооператорка К-70 | 1 | 85 | 1 / 63 | 0,09 | 76,5 |
| Одесская 3 x Одесская 3 К-75 | 5 | 71 | 1 / 15 | 0,01 | 90,6 |
| Одесская 51 x Одесская 51 К-73 | 5 | 32 | 1 / 3 | 2,26 | 10,7 |
| Степняк x Степняк-2К | 4 | 57 | 1 / 15 | 0,01 | 92,1 |

Примечание: *Критическое значение $\chi^2=3,84$ при $df=1$; $P=0,05$

Несмотря на то, что у линии-аналога Кооператорка К-90 методом ПЦР-анализа детектировали один ген короткостебельности (*Rht-8c*), а у линии-аналога Кооператорка К-70 — два гена короткостебельности (*Rht-8c* и *Rht-B1e*), по формуле расщепления на высокорослые и низкорослые растения в F_2 можно сделать вывод, что в генотипе Кооператорки К-90 присутствует два гена, а в генотипе Кооператорки К-70 — более двух генов короткостебельности. Таким образом, не исключено, что часть генов, понижающих высоту растений и присутствующих у обеих исследованных линий-аналогов, не удалось определить с помощью используемых в работе молекулярных маркеров.

МС-анализ исследуемых линий-аналогов детектировал разного уровня генетический полиморфизм у изучаемых генотипов. Так, для линий-ана-

логов Кооператорка, Кооператорка К-90 и Кооператорка К-70 был выявлен полиморфизм по микросателлитным локусам *Xgwm325* (6D), *Xgwm293* (7B), *Xgwm437* (7D). На рис. 4 показано электрофоретическое распределение продуктов амплификации по локусу *Xgwm577* для генотипов Кооператорка, Кооператорка К-90, Кооператорка К-70. По локусам *Xgwm126* (5A), *Xgwm415* (5A), *Xgwm3* (3D), *Xgwm179* (5A), *Xgwm165* (4A), *Xgwm153* (1B) исследованные генотипы не выявляли полиморфизма. Процент восстановления генофона рекуррентного родителя, согласно МС-тестирования, для линии-аналога Кооператорка К-90 составил 54,5, а для линии-аналога Кооператорка К-70 — 63,6. Низкий процент восстановления генофона рекуррентного родителя после шести беккроссов можно объяснить полиморфизмом рекуррентного родителя или отбором агрономически ценных форм при беккроссировании, что могло значительно снизить эффективность насыщения [24].

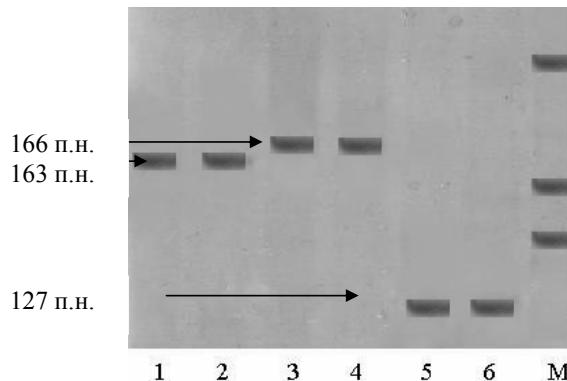


Рис. 4. Электрофорез в 10 % ПААГ продуктов амплификации ДНК линий-аналогов Кооператорка, Кооператорка К-90, Кооператорка К-70 с праймером *Xgwm577* (7B): 1, 2. Кооператорка; 3, 4. Кооператорка К-90; 5, 6. Кооператорка К-70; М. – маркер молекулярной массы pUC19/MspI

По результатам молекулярно-генетического анализа Одесская 3 имеет аллели *Rht8a*, *Rht-B1a* и *Rht-D1a*, а линия-аналог Одесская 3 К-75 характеризуется аллелями генов короткостебельности *Rht8c*, *Rht-B1b*, *Rht-D1a* (табл. 1). В популяции F_2 от скрещивания Одесская 3 x Одесская 3 К-75 наблюдали расщепление 15:1. Среди 76 проанализированных растений выявлено 71 низкое растение и 5 высоких растений ($\chi^2=0,01$; $P=0,91$) (табл. 2). Тест на чувствительность к ГК позволил оценить генотип Одесская 3 К-75 как нечувствительный к действию ГК, что согласуется с данными молекулярного анализа. Одесская 3 чувствительна к ГК в отличие от ее аналога, и при этом высота растений у Одесской 3 на 24,6 % выше, чем у линии-аналога Одесская 3 К-75. Необходимо отметить, что Одесская 3 и ее аналог Одесская 3 К-75 имеют различные аллели по локусу *Xgwm325* (6D), в то же время для этих генотипов не детектирован полиморфизм по локусам *Xgwm126* (5A); *Xgwm415* (5A); *Xgwm3* (3D); *Xgwm179* (5A); *Xgwm165*

(4А); *Xgwm153* (1В); *Xgwm186* (5А) и *Xgwm577* (7В). Рассчитанный по результатам МС-анализа процент восстановления генофона рекуррентного родителя составил 88,9. Согласно родословной, при создании этой линии было проведено шесть беккроссов.

На основании данных молекулярно-генетического анализа исследуемая линия Одесская 51 характеризуется аллелями *Rht8c*, *Rht-B1a* и *Rht-D1a*, а ее аналог Одесская 51 К-73 имеет дополнительный ген короткостебельности *Rht-D1b*. Из 37 тестированных растений популяции F_2 5 растений были высокими, что соответствует ожидаемому расщеплению 3:1 ($\chi^2=2,26$; $P=0,11$) (табл. 2). Различия по высоте между Одесской 51 и линией-аналогом Одесская 51 К-73 составили 23,1 %. Не выявлено различий между этими двумя линиями по девяти МС-локусам. По двум локусам — *Xgwm415* (5А) и *Xgwm155* (3А) — сравниваемые генотипы различались, и, несмотря на проведение шести беккроссов, процент восстановления генофона рекуррентного родителя не превышал 81,8.

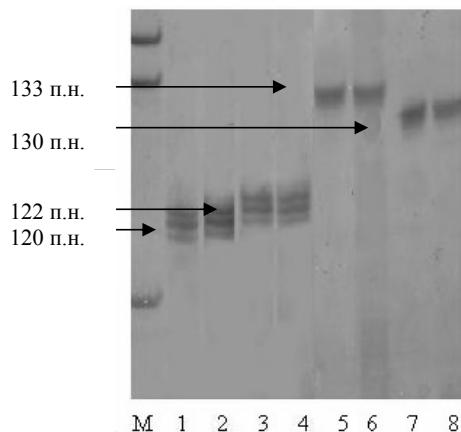


Рис. 5. Электрофорез продуктов амплификации в 10 % ПААГ ДНК сорта Степняк (1, 2, 5, 6) и линии-аналога Степняк-2К (3, 4, 7, 8) с праймерами *Xgwm095* (2А) (1, 2, 3, 4); *Xgwm577* (7В) (5, 6, 7, 8)

Генотип линии-аналога Степняк-2К характеризовался аллелем в 192 п. н. по локусу *Xgwm261*, соответственно являлся носителем *Rht8c* аллеля. Кроме того, у этого генотипа детектирован аллель *Rht-D1b*. Исходная родительская линия сорта Степняк имела аллели размером в 214 п. н. по локусу *Xgwm261* и *Rht-D1a*. Дигенный контроль короткостебельности для линии-аналога Степняк-2К был подтвержден анализом потомства F_2 от скрещивания Степняк x Степняк-2К, при котором в результате исследования 61 растения выявлено 57 низкорослых и 4 высоких растения ($\chi^2 = 0,01$; $P=0,92$) (табл. 2), а наблюдаемое расщепление соответствовало 15:1. Разница средних по высоте растений между Степняком и его аналогом Степняк-2К составила 23,4 %. МС-анализ генотипов Степняк и Степняк-2К (рис. 5) показал наличие полиморфизма по локусам *Xgwm095* (2А);

Xgwm577 (7B); *Xgwm190* (5B); *Xgwm357* (1A); *Xgwm437* (7D). В то же время генотипы Степняк и Степняк 2-К были идентичными при сравнении аллелей локусов *Xgwm126* (5A); *Xgwm415* (5A); *Xgwm304* (5A); *Xgwm3* (3D); *Xgwm179* (5A); *Xgwm293* (7B); *Xgwm155* (3A); *Xgwm165* (4A); *Xgwm325* (6D); *Xgwm408* (5D); *Xgwm153* (1B). Рассчитанный процент восстановления генофона рекуррентного родителя для линии-аналога Степняк-2К составляет 56,3. Согласно родословной при создании этой линии было проведено шесть беккроссов.

Выводы

С помощью генетического и молекулярно-генетического анализа, а также теста на чувствительность проростков к гибберелловой кислоте определили количество генов короткостебельности и их аллельное состояние в генотипах линий-аналогов в сравнении с рекуррентными формами. Установлено, что Кооператорка характеризуется аллелями *Rht8a*, *Rht-B1a* и *Rht-D1a*, Кооператорка К-90 — *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a* и *Rhtx**, а Коператорка К-70 — *Rht8c*, *Rht-B1e*, *Rht-D1a* и *Rhtx**; Одесская 3 — *Rht8a*, *Rht-B1a* и *Rht-D1a*, а Одесская 3 К-75 — *Rht8c*, *Rht-B1b* и *Rht-D1a*; Одесская 51 — *Rht8c*, *Rht-B1a* и *Rht-D1a*, а Одесская 51 К-73 — *Rht8c*, *Rht-B1a* и *Rht-D1b*; Степняк — *Rht8₂₁₄ п.н. — Xgwm261*, *Rht-B1a* и *Rht-D1a*, а Степняк-2К — *Rht8c*, *Rht-B1a* и *Rht-D1b*; Одесская полукарликовая — *Rht8c*, *Rht-B1e* и *Rht-D1a*; Карлик 1 — *Rht8c*, *Rht-B1b* и *Rht-D1a*.

Микросателлитный анализ показал, что исследуемые линии озимой мягкой пшеницы имеют различный процент восстановленности генофона рекуррентного родителя. Считаем целесообразным на основе исследованных линий получить почти-изогенные линии с помощью дополнительного беккросирования для более корректного исследования эффектов аллелей генов короткостебельности.

Литература

1. *McIntosh R. A., Yamasaki Y., Devos K. M. et. al. (2008) http://www.grs.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/*
2. Лысенко С. Ф., Ериняк Н. И., Федченко В. П. Связь признака высоты стебля озимой пшеницы с морозостойкостью // НТВ ВСГИ. — 1980. — №1 (35). — С. 6-9.
3. Gale M. D., Youssefian S Dwarfing genes in wheat // Progress in Plant Breeding. — London: Butterworths and Co., 1985. — P. 1-35.
4. Litvinenko N. A. Breeding intensive winter bread wheat varieties for Southern Ukraine // Euphytica. — 1998. — Vol. 100. — P. 7-14.
5. Dwarfing genes in Australian wheat — present and future / D. G. Bonnet, M. H. Ellis, G. J. Rebetzke [et al.] // Proceedings 10th Australian Wheat Breeders Assembly, Australia, Midura, 16-21 September, 2001. — P. 154-157.
6. Чеботарь С. В., Бёрнер А., Сиволап Ю. М. Анализ генов короткостебельности в генотипах сортов мягкой пшеницы Украины // Цитология и генетика. — 2006. — Т. 40, № 4. — С. 12-23.

*Rht_x** — по данным генетического анализа; примененными в исследованиях молекулярными маркерами не определялся.

7. Worland A. J., Law C. N. Genetic analysis of chromosome 2D of wheat. I. The location of genes effecting height, daylength insensitivity, hybrid dwarfism and yellow rust resistance // Z.Pflanzenzchtg. — 1986. — Vol. 96. — P. 331-345.
8. Börner A., Plaschke J., Korzun V. [et al.] The relationship between the dwarfing genes of wheat and rye // Euphytica. — 1996. — Vol. 89. — P. 69-75.
9. Korzun V., Röder M. S., Ganap M. W. [et al.] Genetic analysis of the dwarfing gene (*Rht 8*) in wheat. Part I. Molecular mapping of *Rht8* on the short arm of chromosome 2D of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // Theor. Appl. Genet. — 1998. — Vol. 96. — P. 1104-1109.
10. Ait-ali T., C. Rands, N. P. Harberd Flexible control of plant architecture and yield via switchable expression of *Arabidopsis* gai // Plant Biotechnology Journal. — 2003. — Vol. 1. — P. 337-343.
11. Крупнов В. А. Изогенный метод в изучении эффектов генов у пшеницы в Поволжье // Изогенные линии культурных растений. — Новосибирск: ИЦиГ СО АН СССР, 1991. — С. 69-80.
12. Коваль В. С. Влияние генов короткостебельности на структуру продуктивности яровой пшеницы // Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина. Сельскохозяйственная биология. Серия биология растений. — М.: Агропромиздат, 1992. — № 1. — С. 69-74.
13. Файт В. И., Чеботарь С. В., Мокану Н. В., Пилипенко М. В. Эффекты аллелей гена *Rht8* по агрономическим признакам у озимой мягкой пшеницы в условиях степи юга Украины // Цитология и генетика. — 2007. — Т. 41, № 2. — С. 30-36.
14. Chapman S. C., Wang J., Rebetzke G. J. [et al.] Designing crossing and selection strategies to combine diagnostic markers and quantitative traits // 11th International Wheat Genetics Symposium (24 — 29 August 2008). — Brisbane, 2008.
15. Slafer G. A., Satorre E. H., Andrade F. H. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes // In G.A. Slafer (ed.) Genetic improvement of field crops. Marcel Dekker, Inc., New York, NY. — 1994. — P. 1-68.
16. Rebetzke G. J., Richards R. A. Gibberellic acid-sensitive dwarfing genes reduce plant height to increase kernel number and grain yield of wheat // Australian journal of agricultural research. — 2000. — Vol. 51, № 2. — P. 235-245.
17. Пшеница / под ред. Л. А. Животкова. — Киев: Урожай, 1989. — 320 с.
18. Лобачев Ю. В. Эффекты генов низкорослости у яровой мягкой пшеницы в Поволжье: автореф. дис. на соискание учченой степени кандидата биолог. Наук.: спец. 03.00.15 — “Генетика”/ Ю. В. Лобачев. — Одесса, 1988. — 18 с.
19. Использование ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях / под ред. Ю.М.Сиволапа. — Киев: Аграрна наука, 1998. — С. 8-33.
20. Ellis M. H., Spielmeyer W., Gale K. R., [et al.] “Perfect” markers for the *Rht-B1b* and *Rht-D1b* dwarfing genes in wheat // Theor. Appl. Genet. — 2002. — Vol. 105. — P. 1038-1042.
21. Promega Technical Manual. Gene Print. STR Systems. Printed in USA. Revised. — Vol. 7. — 1999. — 52 p.
22. Börner A., Lehmann C. O., Mettin D. Preliminary results of screening for GA₃ response in wheats of the Gatersleben gene bank // Kulturpflanze. — 1987. — Vol. 35. — P. 179-186.
23. Röder M. S., Korzun V., Wendehake K. [et al.] A microsatellite map of wheat // Genetics — 1998. — Vol. 149. — P. 2007-2023.
24. Коваль С. Ф., Коваль В. С., Шаманин В. П. Изогенные линии пшеницы: Монография. — Омск:Омскбланкиздат, 2001. — 152 с.

**Г. О. Чеботар^{1,3}, С. В. Чеботар¹, И. И. Моцний², К. И. Лобанова¹,
Ю. М. Сиволап¹**

¹Південний біотехнологічний центр в рослинництві УААН, Овідіопольська дор. 3, Одеса, 65036.

²Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннезнавства та сортовивчення УААН, Овідіопольська дор. 3, Одеса, 65036.

³Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, кафедра генетики та молекулярної біології, вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІНІЙ-АНАЛОГІВ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ, ЩО ВІДРІЗНЯЮТЬСЯ ВИСОТОЮ РОСЛИН

Резюме

За допомогою генетичного та молекулярно-генетичного аналізу, а також тесту на чутливість паростків до гіберелової кислоти визначили алельний стан генів *Rht8*, *Rht-B1* та *Rht-D1* у генотипах короткостеблових ліній-аналогів, порівняно з відповідними рекурентними формами. Встановлено, що Кооператорка характеризується алелями *Rht8a*, *Rht-B1a* та *Rht-D1a*, Кооператорка К-90 — *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a* та *Rhtx*, а Коператорка К-70 — *Rht8c*, *Rht-B1e*, *Rht-D1a* та *Rhtx*; Одеська 3 — *Rht8a*, *Rht-B1a* та *Rht-D1a*, а Одеська 3 К-75 — *Rht8c*, *Rht-B1a* та *Rht-D1b*; Одеська 51 — *Rht8c*, *Rht-B1a* та *Rht-D1a*, а Одеська 51 К-73 — *Rht8c*, *Rht-B1a* та *Rht-D1b*; Степняк — *Rht8_{214 п.н.} — Xgwm261*, *Rht-B1a* та *Rht-D1a*, а Степняк-2К — *Rht8c*, *Rht-B1a* та *Rht-D1b*; Одеська напівкарликова — *Rht8c*, *Rht-B1e* та *Rht-D1a*; Карлик 1 — *Rht8c*, *Rht-B1b* та *Rht-D1a*.

Мікросателітний аналіз показав, що досліджувані лінії озимої м'якої пшениці мають різний відсоток відновленості генофону рекурентного батька. Вважаємо необхідним на основі досліджених ліній отримати майже-ізогенні лінії шляхом подальшого беккросування для більш коректного дослідження ефектів алелів генів короткостебловості.

Ключові слова: пшениця, молекулярні маркери, гени короткостебловості.

G. Chebotar^{1,3}, S. Chebotar¹, I. Motsnyy², E. Lobanova¹, Yu. Sivolap¹

¹ South Plant Biotechnology Centre UAAS, Ovidiopolskaya doroga 3, 65036, Odessa, Ukraine

² Plant Breeding and Genetic Institute — National Center of Seed and Cultivar Investigation UAAS , Ovidiopolskaya doroga 3, 65036, Odessa, Ukraine

³ Odessa National Mechnikov University, Department of Genetics and Molecular Biology, Dvoryanskaya St. 2, 65082, Odessa, Ukraine

MOLECULAR-GENETIC ANALYSIS OF ANALOGUE-LINES, DIFFERING BY PLANT HEIGHT

Summary

Allele characteristics of *Rht8*, *Rht-B1*, *Rht-D1* — dwarfing genes have been detected using of genetic and molecular-genetic analysis and the test for gibberellic acid in genotypes of wheat analogue-lines, in comparison with the recurrent forms. It was determined that Kooperatorka is characterized by alleles *Rht8a*, *Rht-B1a* and *Rht-D1a*, Kooperatorka K-90 — *Rht8c*, *Rht-B1a*, *Rht-D1a* and *Rhtx*, but Kooperatorka K-70 — *Rht8c*, *Rht-B1e*, *Rht-D1a* and *Rhtx*; Odesskaya 3 — *Rht8a*, *Rht-B1a* and *Rht-D1a*, but Odesskaya 3 K-75 — *Rht8c*, *Rht-B1b* and *Rht-D1a*; Odesskaya 51 — *Rht8c*, *Rht-B1a* and *Rht-D1a*, but Odesskaya 51 K-73 — *Rht8c*, *Rht-B1a* and *Rht-D1b*; Stepnyak — *Rht8_{214 bp - Xgwm261}*, *Rht-B1a* and *Rht-D1a*, but Stepnyak-2K — *Rht8c*, *Rht-B1a* and *Rht-D1b*; Odesskaya polukarlikovaya — *Rht8c*, *Rht-B1e* and *Rht-D1a*; Karlik 1 — *Rht8c*, *Rht-B1b* and *Rht-D1a*.

Microsatellite analysis has shown that analogue-lines of winter bread wheat have different percent of restoration of recurrent parent genophore. For more correct analysis of effects of dwarfing genes alleles we are developing the near-isogenic lines by additional backcrossing.

Key words: wheat, molecular markers, dwarfing genes.



ЗООЛОГІЯ



С. Я. Бурдейна, асис.,

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

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

ПІР'ЯНІ КЛІЩІ РОДУ TROUESSARTIA CANESTRINI, 1899 (ACARI: TROUESSARTIIDAE) ГОРОБИННИХ ПТАХІВ УКРАЇНИ

На протязі 2003 — 2006 рр. на 16 видах горобинних птахів виявлено 193 екземпляри 13 видів кліщів роду *Trouessartia*. Два види кліщів *Tr. trouessarti* і *Tr. jedliczkai* виявлені на нових птахах-хазяїнах. Один вид кліщів роду *Trouessartia* морфологічно відрізняється від описаних в літературі.

Ключові слова: пір'яні кліщі, острів Зміїний, *Trouessartia*.

Рід *Trouessartia* Canestrini 1899, є найбільшим серед 9 родів пір'яніх кліщів родини Trouessartiidae (Analgoidea), що нараховує на даний момент близько 90 видів у світовій фауні. Кліщі цього роду в цілому специфічні для горобинних (Passeriformes), і найчастіше виявляються на цих птахах у тропіках.

Перша спроба узагальнити наявні дані щодо пір'яніх кліщів цього роду, була зроблена Канестріні і Крамером у 1899 році. У цій роботі автори розглядають тільки 10 видів кліщів (з яких 4 види пізніше були віднесені до інших родів) з коротким діагнозом, узятым з оригінального опису. Решта інформації, що стосується біології кліщів, залишалася розрізнею і не систематизованою [1]. У 1976 році Сантана в опублікованому огляді кліщів роду *Trouessartia* світової фауни детально переописав 71 відомий на той час вид і на підставі особливостей морфології дорослих кліщів виділив у складі роду 6 екологічних груп видів. Спорідненість груп підтверджується тим, що представники кожної мешкають переважно на таксономічно близьких видах хазяїв. Автор огляду вказував, що, судячи по обширних необроблених матеріалах, що зберігаються в різних колекціях, відомі в даний час види складають лише 10-15 % дійсно існуючого числа видів. Okрім того, існують деякі види кліщів з неясним положенням в межах роду [1].

До початку 80-х років ХХ сторіччя, для західної частини Палеарктики, території найповніше дослідженої відносно фауни усіх пір'яніх кліщів, було відомо тільки 16 видів труесартій, 10 з яких були зареєстровані у фауні колишнього СРСР [2–6].

Пізніше, С. В. Миронов [7], при дослідженні пір'яніх кліщів горобинних в європейській частині колишнього СРСР, а також при обробці колекційних матеріалів Зоологічного інституту АН СРСР, наводить 14 видів труесартій. З них три види автор описує як нові для науки. Це *Trouessartia microcaudata* з сільської ластівки *Hirundo rustica*, *Trouessartia riparie* з берегової ластівки *Riparia riparia* і *Trouessartia reguli* з золотомушки жовточубої *Regulus regulus*. В той час, як ластівки Hirundinidae є звичайними

хазяями труесартій, на птахах родини золотомушкових Regulidae кліщі даного роду виявлено вперше. Окрім того, ластівкам властива настільки багата фауна пір'яних кліщів цього роду, що для кожного виду птаха є характерним одночасне проживання двох специфічних видів труесартій, що відносяться до двох різних морфологічних груп — appendiculata і minutipes [7].

П. А. Чиров і С. В. Миронов в 1987 році [8] навели для фауни колишнього СРСР ще один вид: *Trouessartia inexpectate* з вівчарика лісового *Phylloscopus inornatus*.

У 2001 році для акарофауни Росії стає відомим вид *Trouessartia rubecula* з вільшанки *Erithacus rubecula* [9], а у 2003 році в Казахстані виявлено вид *Trouessartia gladifera* на міській ластівці *Delichon urbica* [10].

Таким чином, акарофауна труесартій колишнього СРСР нараховувала всього 17 видів, однак екологія цієї групи кліщів майже не вивчена. Відомо лише, що кліщі роду *Trouessartia* пристосувалися до проживання на дорзальній поверхні першорядного махового і криючого пір'я. Ще однією мікростацією, освоєною цими кліщами, являється рульове пір'я [2].

Стосовно видового складу труесартій горобиних птахів України, то будь — яка інформація, щодо цього на даний момент відсутня. В зв'язку з цим, метою даного дослідження є вивчення видового складу та розповсюдження серед птахів пір'яних кліщів роду *Trouessartia* на території України.

Матеріали і методи

Роботу виконували на основі матеріалу, зібраного впродовж шести польових сезонів 2003–2006 рр. на острові Зміїний. Острів є місцем відпочинку значного числа птахів (переважно горобиних), що перетинають Чорне море під час осінніх і весняних міграцій. Як додатковий, був використаний матеріал з узбережжя Куяльницького лиману. Птахів відловлювали за допомогою павутинних сіток, обстежували на наявність пір'яних кліщів. Далі птахів кільцювали, здійснювали морфологічні виміри і випускали.

Збір кліщів проводили шляхом огляду оперення під бінокулярною лупою. Фіксували кліщів у 70 % спирті. Виготовлення препаратів здійснювали за загальноприйнятими для цієї групи кліщів методиками.

Всього було виготовлено 35 препаратів, на яких зафіксовано 193 екземпляри кліщів роду *Trouessartia*.

Результати дослідження

В результаті дослідження на 16 видах горобиних птахів виявлено 13 видів кліщів роду *Trouessartia*, які вперше наводяться для акарофауни України. Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що паразито-хазяйські відносини, описані в літературі і виявлені в данному дослідженні, практично співпадають (табл. 1). Вперше для двох видів труесар-

тій наводимо нові види птахів-хазяїв: це очеретянка чагарникова для *Tr. trouessarti* і плиска жовта для *Tr. jedliczkai*.

За нашими спостереженнями, кліщі даного роду достатньо специфічні щодо горобиних птахів і, на відміну від більшості інших пір'яніх кліщів, мешкають на верхній стороні оборалів. При цьому вони рідко виходять на відкриті ділянки, прагнучи триматися під криючим маховим пір'ям, де вони захищені від потоків повітря при польоті. Найчастіше на махових пір'ях сидять дорослі особини, а личинки і німфи можуть знаходитися на контурному пір'ї тіла.

Таблиця 1

Пір'яні кліщі роду *Trouessartia* з горобиних птахів України

| Вид кліща | Птах-хазяїн | |
|------------------------------|---|--|
| | літературні данні | наші данні |
| <i>Trouessartia rubecula</i> | Вільшанка <i>Erythacus rubecula</i> [1, 9] | Вільшанка <i>Erythacus rubecula</i> |
| <i>Tr. swidwiensis</i> | Соловейко східний <i>Luscinia luscinia</i> [9]; <i>Erythacus svecicus cyaneculus</i> ; Горихвістка звичайна <i>Phoenicurus phoenicurus</i> [1] | Синьошийка <i>Cyanosylvia svecica</i> ; Соловейко східний <i>Luscinia luscinia</i> |
| <i>Tr. reguli</i> | Золотомушка жовточуба <i>Regulus regulus</i> [7] | Золотомушка жовточуба <i>Regulus regulus</i> |
| <i>Tr. kratochvilli</i> | Кобилочка солов'їна <i>Locustella luscinoides</i> [11]; Кобилочка <i>Locustella naevia</i> [7, 8, 11]; Кобилочка річкова <i>Locustella fluviatillis</i> [7, 8] | Кобилочка річкова <i>Locustella fluviatillis</i> |
| <i>Tr. trouessarti</i> | Очеретянка велика <i>Acrocephalus arundinaceus</i> ; Очеретянка ставкова <i>Acrocephalus scirpaceus</i> [11] | Очеретянка велика <i>Acrocephalus arundinaceus</i> ; Очеретянка чагарникова <i>Acrocephalus palustris</i> |
| <i>Tr. minutipes</i> | Ластівка міська <i>Delichon urbica</i> [1, 10, 12, 13]; Ластівка сільська <i>Hirundo rustica</i> [13]; Нітехвоста ластівка <i>Hirundo smithii</i> [13]; <i>Petrochelidon p. pyrrhonota</i> [1] | Ластівка міська <i>Delichon urbica</i> |
| <i>Tr. jedliczkai</i> | Плиска біла <i>Motacilla alba</i> ; <i>Motacilla a. leucopsis</i> ; <i>Motacilla a. dukhunensis</i> [1] | Плиска жовта <i>Motacilla flava</i> ; Плиска біла <i>Motacilla alba</i> |
| <i>Tr. rosterii</i> | Шпак звичайний <i>Sturnus vulgaris</i> [1, 8, 12]; <i>Sturnus unicolor</i> [1]; Кобилочка солов'їна <i>Locustella luscinoides</i> [11] | Шпак звичайний <i>Sturnus vulgaris</i> |

Закінчення табл. 1

| Вид кліща | Птах-хазяїн | |
|----------------------|---|---|
| | літературні данні | наші данні |
| <i>Tr. corvina</i> | Галка <i>Corvus monedula</i> [1, 12]; Ворона чорна <i>Corvus corone</i> [14]; <i>Corvus brachyrhynchos</i> ; Крук <i>Corvus corax</i> ; <i>Corvus corone cornix</i> ; <i>Corvus corone sardonius</i> ; <i>Corvus c. corone</i> ; <i>Corvus corone orientalis</i> ; Грак <i>Corvus corone sharpii</i> ; <i>Corvus frugilegus</i> ; <i>Corvus f. frugilegus</i> [1] | Ворона сіра <i>Corvus cornix</i> |
| <i>Tr. bifurcata</i> | Очеретянка прудка <i>Acrocephalus paludicola</i> ; Очеретянка індійська <i>Acrocephalus a. agricola</i> ; <i>Acrocephalus c. concinens</i> ; Очеретянка лугова <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> ; Кропив'янка чорноголова <i>Sylvia atricapilla</i> ; Кропив'янка сіра <i>Sylvia communis</i> ; Кропив'янка рябогруда <i>Sylvia n. nisoria</i> [1] | Очеретянка індійська <i>Acrocephalus agricola</i> |
| <i>Tr. sp. 1</i> | - | Кропив'янка сіра <i>Sylvia communis</i> |
| <i>Tr. sp. 2</i> | - | Зяблик <i>Fringilla coelebs</i> |
| <i>Tr. sp. 3</i> | - | Вівчарик весняний <i>Phylloscopus trochilus</i> |

Під час аналізу зібраниого матеріалу було виявлено декілька видів, які достовірно визначити було важко. Виявлені на кропив'янці сірій кліщі виду *Trouessartia sp. 1* і на зяблику виду *Trouessartia sp. 2*, були представлені в наших зборах одиничними екземплярами, до того ж — одної статі, що не дало можливості визначити їх до виду. На вівчарiku весняному виявлено вид кліща *Trouessartia sp. 3*, близького до виду *Trouessartia tranvaalensis*, відомого для мухоловок. Цей кліщ значно відрізняється від останнього розташуванням епімерітів ніг IV. Після подальшого вивчення цих кліщів вони, можливо, можуть бути віднесені до нового для науки виду.

Висновки

1. Протягом 2003–2006 рр. на 16 видах горобиних птахів виявлено 13 видів пір'яніх кліщів роду *Trouessartia*.
2. Два види труесартій виявлено на нових хазяях: *Tr. trouessarti* на очепетянці чагарниковій і *Tr. jedliczkai* на плисці жовтій.
3. Один вид кліщів роду *Trouessartia* з вівчарика весняного морфологічно відрізняється від інших кліщів цього роду, описаних в літературі.

Література

1. Santana F. A review of the genus *Trouessartia* (Analgoidea: Alloptidae). — Suppl. to the journal of medical entomologi. — 1976. — 128 p.
2. Дубinin B. B. Перьевые клещи (Analgoidea): Введение в их изучение. — М.; Л.: Изд. АН СССР, 1951. — 363 с.
3. Дубinin B. B., Соснина Е. Ф. Перьевые клещи зимующих птиц Таджикистана // Тр. АН ТаджССР. — 1952. — Т. 5. — С. 97-108.
4. Чирев П. А. Клещи надсемейства Analgoidea, обитающие на птицах Киргизии // Фауна и экология насекомых Киргизии. — Фрунзе: Илым, 1979. — Вып. 13. — С. 49-54.
5. Чирев П. А. Перьевые клещи (Analgoidea) птиц семейства Hirundinidae из Киргизии // Энтомологические исследования в Киргизии. — Фрунзе: Илым, 1982. — Вып. 15. — С. 117-123.
6. Шумило Р. П., Миронов С. В. Перьевые клещи (Analgoidea) воробынных птиц МССР // Изв. АН МССР. — 1983. — № 2. — С. 75-76.
7. Миронов С. В. Перьевые клещи рода *Trouessartia* фауны СССР с описанием новых видов (Analgoidea) // Паразитология. — 1983. — XVII, № 5. — С. 361-369.
8. Чирев П. А., Миронов С. В. Новые и малоизвестные виды перьевых клещей с воробынных птиц Киргизии // Известия Академии Наук КССР. — 1987. — № 3. — С. 48-54.
9. Бочков А. В., Миронов С. В., Стекольников А.А. Акариформные клещи (Acariformes) // Публикации Санкт-Петербургского общества натуралистов. — 2001. — Т. 4. — Сер. 6. — С. 110-112.
10. Sayakova Z. Z., Doszhanov T. N. Feather mites of hirundinis birds from the south and south-east of Kazakhstan // Acarina. — 2003. — V. 11 (1). — P. 91-97.
11. Cerny V. Feather mites (*Sarcoptiformes*, *Analgoidea*) of some warbles from Czechoslovakia // Folia Parasitologica (Praha). — 1979. — Vol. 26. — P. 81-84.
12. Шумило Р. П. Акарофауна синантропных птиц и ее практическое значение // Паразиты животных и растений. — 1965. — Вып. 1. — С. 131-142.
13. Арутунян Е. С., Миронов С. В. Новые и малоизвестные виды анальгид из УССР // Вестник Санкт-Петербургского университета. — 2000. — Т. 27. — С. 319-335.
14. Cerny V. Zur Kenntnis der Federmilben (Arach., Acar.) von schweizerischen Vogeln // Mitteil. Der Schweiz. Entomol. Gesellschaft. — 1971. — D. 44. — H. 3-4. — S. 285-298.

С. Я. Бурдейна, Д. А. Кивганов

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

**ПЕРЬЕВЫЕ КЛЕЩИ РОДА *TROUESSARTIA CANESTRINI*, 1899
(ACARI: TROUESSARTIIDAE) ВОРОБЬИНЫХ ПТИЦ УКРАИНЫ**

Резюме

На протяжении 2003–2006 гг. на 16 видах воробьинообразных птиц выявлено 193 экземпляра 13 видов клещей рода *Trouessartia*. Два вида клещей *Tr. trouessartii* и *Tr. jedliczkai* обнаружены на новых видах птиц-хозяев. Один вид клещей рода *Trouessartia* морфологически отличен от описанных в литературе.

Ключевые слова: перьевые клещи, остров Змеиный, *Trouessartia* Украина.

S. Ya. Burdeynaya, D. A. Kivganov

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

**FEATHER MITES OF THE GENUS *TROUESSARTIA CANESTRINI*,
1899 (ACARI: TROUESSARTIIDAE) PASSERINE BIRDS OF UKRAINE**

Summary

During 2003–2006 193 specimens of 13 species of mites of the genus *Trouessartia* from 16 species of passerine are collected. New hosts for two *Trouessartia* species are registered. One species of mites differ from the described in the literature species.

Key words: feather mites, the island Zmeiny, *Trouessartia* Ukraine.

**А. И. Корзюков¹, канд. биол. наук, доцент,
И. Т. Русев², канд. биол. наук, зав.лаб.экологии носителей
и переносчиков возбудителей ОOI,
З. И. Петрович³, директор регионального ландшафтного парка
“Кинбурнская коса”,
В. А. Гавриленко⁴, директор биосферного заповедника “Аскания-
Нова” им. Ф. Э. Фальц-Фейна**

¹ Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, 65082, Одесса, Дворянская, 2, Украина, e-mail: olegk@te.net.ua

² Украинский научно-исследовательский противочумный институт имени И. И. Мечникова, 65003, Одесса, ул. Церковная, 4, Украина, e-mail: rusevivan@ukr.net

³ Региональный ландшафтный парк “Кинбурнская коса”, 57500, г. Очаков, Николаевская область, ул. Шкрептиенко, 16, Украина, e-mail: borisfenida@mail.ru

⁴ Биосферный заповедник “Аскания-Нова” им. Ф. Э. Фальц-Фейна, 75230, Херсонская область, Чаплинский район, пгт. Аскания-Нова, ул. Фрунзе, 13, Украина, e-mail: Askania-Zap@mail.ru

ЧИСЛЕННОСТЬ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ КРАСНОЗОБОЙ КАЗАРКИ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ ЗИМОЙ 2008-2009 ГГ.

В рамках международного учета в 2008–2009 гг зимующей краснозобой казарки — крайне уязвимого редкого вида птиц с ограниченным гнездовым ареалом — установлено, что в осенний период 2008 г. первые представители этого вида в Азово-Черноморском регионе появились в конце октября. Основная часть казарок прилетела в Украину в третьей декаде ноября 2008 г. Результаты синхронных учетов краснозобой казарки в Азово-Черноморском регионе Украины в зимний период свидетельствуют о нестабильности ее зимовочных группировок. Факторами нестабильности являются: нетипичные погодные условия, в основном потепление; слабая кормовая база на полях озимых зерновых культур; значительный рост числа полей с посевами рапса; беспокойство птиц охотниками и браконьерами.

Ключевые слова: гуси, краснозобая казарка, Азово-Черноморский регион.

Краснозобая казарка (*Rufibrenta ruficollis*) — охраняемый вид с ограниченным гнездовым ареалом, включенный в Красную книгу Украины к категории “уязвимый”. Более того, он включен в Приложение I и II Боннской конвенции, Приложение II Бернской конвенции и Приложение I Директивы диких птиц Евросоюза как вид, подлежащий особой охране.

В последние годы высказываются крайне противоречивые мнения о численности всей популяции краснозобой казарки; от оценки в 35000 [1] до 100000 особей (С. Ерохов — устное сообщение). Первая оценка — это

реальный результат учета представителей вида на зимовке в 2002 — 2003 гг. в Болгарии, а вторая основывается на данных экстраполяции численности краснозобых казарок, пролетающих в осенний период через Казахстан. Эти данные насторожили специалистов из Британского королевского общества охраны птиц, в результате чего ими было высказано предположение о возможно резком падении численности вида. С целью подтверждения состояния популяции краснозобой казарки, мигрирующей через Азово-Черноморский регион и останавливающейся на зимовках, в 2008–2009 гг. был осуществлен трехсторонний проект по синхронному ее учету в приморских регионах Украины, Румынии и Болгарии.

Цель настоящей работы состояла в определении особенностей территориального размещения и численности краснозобой казарки в зимний период 2008–2009 гг. в указанном регионе.

Материалы и методы

Определение территориального размещения и учет численности краснозобой казарки были проведены в осенне — зимний период — с 25 октября 2008 г по 5 февраля 2009 г. Сроки и даты синхронных учетов для Украины, Румынии и Болгарии были установлены в пределах 13–14 декабря 2008 г, 17–18 января и 14–15 февраля 2009 г.

Изучение территориального размещения и учет численности был проведен в прибрежных территориях Одесской, Николаевской, Херсонской областей и Автономной республики Крым. Наблюдения проводили на машинах с использованием полевых биноклей и подзорных труб с увеличением до 60 крат. При обнаружении пролетающих стай орнитологи вели подсчет числа птиц в стае и определяли виды гусей. При выявлении стай, кормящихся на полях, птиц рассматривали в подзорную трубу, при этом устанавливали видовую принадлежность и подсчитывали их количество.

Результаты и их обсуждение

Первые стаи гусей в этот период появились, как и в предшествующие годы, в Херсонской, Николаевской и Одесской областях в конце октября 2008 г. [2, 3]. Однако, уже через несколько дней гуси покинули территорию мониторинга и, вероятно, улетели в Румынию.

Подобного массового перемещения гусей в ноябре больше не наблюдали. Тем не менее, из-за благоприятной погоды и удовлетворительного состояния посевов озимой пшеницы, небольшие стаи гусей отмечались на протяжении всего ноября. Как обычно, птицы преимущественно обитали в прибрежной зоне моря, на водоемах и полях озимой пшеницы, отстоящих иногда более чем на 50 км от морского побережья [4]. К сожалению, судить о количестве пролетевших над Азово-Черноморским регионом птиц из-за нерегулярного наблюдения за миграциями не представляется возможным.

Погодные условия

Данные о температуре воздуха за 3 зимних месяца сезона 2008–2009 гг. предоставлены гидроэкологической лабораторией (с. Маяки, дельта Днестра) Одесского государственного экологического университета.

В соответствии с этими данными, температура на протяжении декабря 2008 была в основном положительной (рис. 1). Такую температуру зимы можно считать нетипичной и характеризовать ее как теплую. Среднемесячная температура декабря составила + 2,9 градуса. И лишь к концу месяца температура воздуха упала ниже нуля на несколько дней.

Незначительное падение температуры и выпадение осадков наблюдалось в середине декабря и в первой декаде января. В первой декаде января из-за падения температуры практически все пресные водоемы сковало льдом небольшой толщины. В середине февраля также было незначительное похолодание. Однако падение температуры в этот период было несущественным и не повлияло на перемещение гусей.

Численность краснозобой казарки в Украине в декабре 2008 г. Первые стаи белолобых гусей и краснозобой казарки появились в Азово-Черноморском регионе, по нашим данным, в период с 22 по 28 октября 2008 г. Основная масса краснозобых казарок прилетела в регион в середине декабря — перед северо-западным циклоном, который принес в регион сильнейший шторм на Черном море. Активный пролет краснозобой казарки в стаях белолобых гусей был зарегистрирован в этот период на всей территории региона, в том числе и над Одессой. В эти дни численность гусей на некоторых водоемах — в верховье Тилигульского лимана, например, — 3–4 тысяч особей. В зоне озера Кагул и Кутурлуй (Измаильский и Ренийский р-ны Одесской области) в стаях белолобых гусей, численность которых достигала 5–7 тысяч особей (В. М. Иванов, Ю. В. Коваль, В. П. Стойловский — устное сообщение), регистрировались единичные особи краснозобой казарки. Однако к концу декабря число птиц в этой зоне стало сокращаться и в конечном счете уменьшилось до нескольких тысяч.

Первые синхронные учеты краснозобой казарки были проведены в период с 13 по 14 декабря 2008 г.

Во время синхронных учетов в декабре было зарегистрировано 14 122 особей казарки и 140 924 особей белолобого гуся (табл. 1).

В дельте Днестра к концу ноября на ночевку в северной части Днестровского лимана отмечено до 1–2 тысяч белолобых гусей. Среди них обнаружено несколько сот особей краснозобой казарки. На территории от дельты Дуная до Тилигульского лимана, не считая дельты Днестра, по учетным и экспертным данным, в ноябре и в начале декабря всего находилось не более 200 краснозобых казарок.

По результатам анализа анкет, подавляющее количество краснозобой казарки было сосредоточено в Херсонской области. В основном казарки концентрировались в Чаплинском (10 100 особей) и Геническом (1 310 особей) районах Херсонской области (табл. 1).

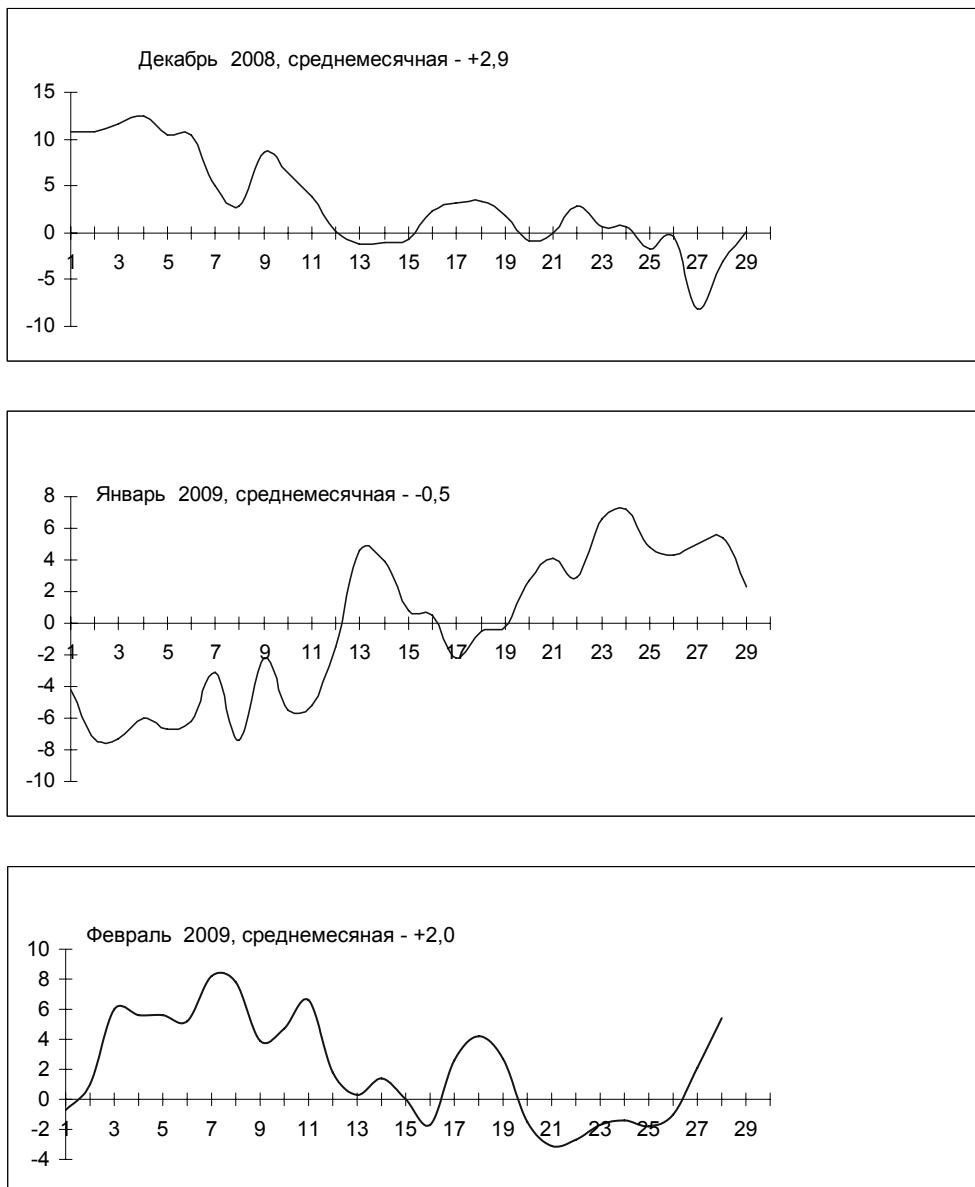


Рис. 1. Динамика температуры воздуха в зимние месяцы 2008 — 2009 гг.
По оси абсцисс — календарные дни месяца, по оси ординат — температура (°C)

Необычно низкой для этого времени была численность казарки в Николаевской области (всего учтено 13 особей).

Таблица 1

Численность краснозобой казарки в зимний период 2008–2009 гг.

| Область | Время учетов/кол-во особей | | |
|--------------|----------------------------|--------|---------|
| | Декабрь | Январь | Февраль |
| Одесская | 1170 | 3 | 850 |
| Николаевская | 13 | 5 | 12 |
| Херсонская | 12533 | 308 | 8193 |
| Крымская | 406 | 14608 | 4818 |
| Итого | 14122 | 14924 | 13873 |

Численность краснозобой казарки в Украине в январе 2009 г. Значительная часть зимующей в декабре группировки белолобых гусей в январе покинула Азово-Черноморский регион. Численность гусей в регионе в январе резко упала по сравнению с декабрям. Тем не менее, численность краснозобой казарки находилась в прежних пределах.

За январь 2009 г. на территории мониторинга в Азово-Черноморском регионе Украины учтено 14924 особей краснозобой казарки (табл. 1).

По результатам анализа анкет, 99 % казарок было сосредоточено в автономной республике Крым. Необычно низкой для этого времени была численность казарки в Одесской и Николаевской областях (всего несколько особей).

Численность краснозобой казарки в Украине в феврале 2009 г. Численность краснозобой казарки в феврале 2009 г. оставалась относительно стабильной. Всего учтено 13873 особей (табл. 1).

По результатам анализа анкет, более 95 % казарок было сосредоточено в Херсонской области и в автономной республике Крым. Необычно низкой для этого времени, как и в декабре и январе, была численность казарки в Николаевской области (всего учтено 13 особей).

Наблюдения за перемещением краснозобой казарки в третьей декаде марта 2009 г. в Дунай-Днестровском междуречье показали, что птицы здесь держались до 24 марта. Последние стаи краснозобых казарок зарегистрированы утром 25 марта во время активного циклона. Птицы летели на северо-восток. После этого, вплоть до 1 апреля, наличия птиц в регионе уже не отмечалось.

Таким образом, результаты учетов птиц в период 2008–2009 гг. свидетельствуют о низкой численности краснозобой казарки по сравнению с предыдущими зимними сезонами. Полученные данные имеют важное научное значение, прежде всего для понимания механизмов формирования зимовочных группировок, анализа влияния погодных условий на пребывание птиц в регионе, сроки пребывания и время отлета казарок из Азово-Черноморского региона. Результаты мониторинга краснозобой казарки в 2008–2009 гг. могут показать состояние популяции вида и способствовать завершению подготовки международного Плана действий по сохранению казарок во всем ареале вида [5, 6].

Выводы

1. Численность краснозобой казарки в Азово-Черноморском регионе в зимний период 2008–2009 гг. составила 14 924 особей , что относительно меньше, чем в предыдущие годы.

2. Зимовочные группировки краснозобой казарки в период зимовки, как и в предыдущие годы, были нестабильными.

3. Факторами нестабильности зимовочных группировок являются: нетипичные погодные условия, в основном потепление; разная кормовая база на полях озимых зерновых культур; сокращение площадей озимых зерновых и увеличение площадей рапса; беспокойство птиц охотниками и браконьерами.

Авторы выражают искреннюю благодарность и признательность всем, кто принимал участие и содействовал проведению учетов зимующих птиц. Со стороны Украины мониторинг осуществлялся под эгидой Украинского общества охраны птиц. Спонсором работ по мониторингу выступило Голландское общество охраны птиц (Vogelbescherming Nederland)

Литература

1. *Dereliev S. The Red-breasted Goose in the new millenium — a thriving species or a species on brink of extinction? // Waterbirds Around the World.: Abstracts book.* — Edinburgh, UK., 2004. — Р. 47.
2. *Зимовки водоплавающих и водно-болотных птиц в Северо-Западном Причерноморье в 2000-2001 гг. / И. Т. Русев, А. И. Корзюков, О. А. Форманюк, П. С. Панченко // Мониторинг зимующих птиц в Азово-Черноморском регионе Украины.* — Одесса-Киев, 2002. — С. 54-74.
3. *Русев И. Т., Лысенко В. И. План действий по охране краснозобой казарки в Украине // Птицы Азово-Черноморского региона на рубеже тысячелетий // Юбилейная междунар. научн. конф., посв. 20-летию Азово-Черноморской орнитологической рабочей группы : Тез. докл.* — Одесса, 2000. — С. 94-134.
4. *Hunter J., Black J., Rusev I. Red-breasted Goose // Goose populations of the western palearctic (review of status and distribution).* — Wanengen: Wetlands international publication, 1999. — № 48. — 328 p.
5. *Современный статус краснозобой казарки в Азово-Черноморском регионе Украины / И. Т. Русев, Ю. А. Андрющенко, А. В. Белинский и др. // Казарка. Бюллетень рабочей группы по гусеобразным Северной Евразии.* — Москва, 2008. — С. 49-60.
6. *International single species action plan for the conservation of the Lesser-White fronted Goose (*Anser erythropus*). / T. Jones, K. Martin, B. Barov, S. Nagy. // AEWА Technical Series.* — 2008. — № 36. — 67 p.

А. І. Корзюков¹, І. Т. Русев², З. І. Петрович³, В. А. Гавриленко⁴

¹ Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65058, Україна, e-mail: olegk@te.net.ua

² Український науково-дослідницький противочумний інститут
імені І. І. Мечникова, 65003, Одеса, вул. Церковна, 4, Україна,
e-mail: rusevivan@ukr.net

³ Регіональний ландшафтний парк “Кінбурнська коса”,
Україна, 57500, Очаків, Миколаївська область, вул. Шкрептієнко, 16,
e-mail: borisfenida@mail.ru

⁴ Біосферний заповідник “Асканія-Нова” імені Ф. Э. Фальц-Фейна,
75230, Херсонська область, Чаплинський район,
пгт. Асканія-Nova, вул. Фрунзе, 13, Україна, e-mail: Askania-Zap@mail.ru

ЧИСЛЕННІСТЬ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ПОШИРЕННЯ ЧЕРВОНОВОЛОЇ КАЗАРКИ В АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОМУ РЕГІОНІ В ЗИМКУ 2008– 2009 РР.

Резюме

В результаті моніторингу в 2008–2009 рр зимиуючих червоноволих казарок —
дуже уразливого рідкісного виду птахів з обмеженим гніздовим ареалом —
встановлено, що восени 2008 р. перші представники цього виду в Азово-Чорноморському регіоні з'явилися в конці жовтня. Головна частина казарок прилетіла в Україну в третій декаді листопада 2008 р. Підсумки синхронних обліків красноволої казарки в Азово-Чорноморському регіоні України в зимовий період свідчать про нестійкість її зимових угруповань. Факторами нестійкості є: нетипові погодні умови, в основному потепління; слабка кормова база на полях озимих зернових культур; значний ріст числа полів з посівами рапсу; турбування птахів з боку мисливців та бракон'єрів.

Ключові слова: птахи, червоновола казарка, Азово-Чорноморський регіон.

A. I. Korzyukov¹, I. T. Rusev², Z. I. Petrovich³, V. A. Gavrilenko⁴

¹Odessa National Mechnikov University, Department of zoology

Dvoryanska Str., 2, Odessa, 65082, Ukraine

²Ukrainian Mechnikov Reaserch Antiplague Institute,
Tserkovnaya Str., 2/4, Odessa, 65003, Ukraine, e-mail: rusevivan@ukr.net

³Regional Landskape park “Kinburnskaya spit”

Shkreptienko str., 16, Ochakov, Ukraine, e-mail: borisfenida@mail.ru

⁴ “Askania-Nova” Biosphere reserve

Phrunse Str., 13, Askania-Nova, Chaplinskyi region, Kherson obl.,
Ukraine, e-mail: Askania-Zap@mail.ru

NUMBER AND DISTRIBUTION OF RED-BREASTED GOOSE IN AZOV-BLACK SEA REGION

Summary

Red-breasted goose — *Rufibrenta ruficollis* flown from Russian arctic tundra where they are nesting occur in Azov-Black see region of Ukraine in mixed flocks with White fronted goose — *Anser albifrons* in Oktober 2008. A number of 14122 birds of this species was recorded in winter time of December 2008 and 14924 in January, 13873 in February 2009, when they stopped to stay overnight and to feed in natural coastal habitats and farmlands. Wintering flocks of Red-breasted goose in the region is unstable due to disturbance by the poachers and hunters, poor feeding biotops, growing area with rape insted of winter weed.

The Azov-Black see region is a very important core area and ecological corridor for Red breasted goose and therefore this species need to be protected by the Ukrainina State.

Key words: birds, red-breasted goose, the Azov-Black see region.

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

АРИФМОМОРФОЗ ЛУЧЕЙ ПЛАВНИКОВ БЫЧКА-КРУГЛЯКА *NEOGOBius MELANOSTOMUS* (PALLAS)

Установлен диапазон изменчивости числа лучей в плавниках бычка-кругляка в Одесском заливе. Приводится перечень феноморфозов ветвистых лучей плавников и частота их встречаемости.

Ключевые слова: *Neogobius melanostomus*, плавники, арифмоморфоз, феноморфозы

Наибольшее число видов бычков приурочено к прибрежным водам и представлено преимущественно морскими формами (бычок-ратан и др.) [1]. Некоторые морские эвригалинные виды (например, бычок-кругляк, кнут) способны интенсивно осваивать опресненные и пресные водоемы, формируя популяции со своеобразными (специфическими) биологическими и морфофункциональными характеристиками [2, 3].

Из литературы, посвященной вопросам фенотипической изменчивости рыб, известно, что существенное влияние на формирование морфологических признаков могут оказывать локальные условия среды обитания. Увеличение уровня индивидуальной изменчивости является неспецифическим ответом животных на разнообразные изменения в условиях среды [4]. В популяциях (или группах особей), где таких отклонений много, общая жизнеспособность животных понижена. Особый интерес представляют изучение феноморфозов (аббераций) — морфологических отклонений и уродств, вызванных как нарушением гомеостаза развития, так и нарушениями, свидетельствующими о воздействии поллютантов или экстремальных значений параметров внешней среды (температура, соленость, pH и т. п.). Несмотря на то, что бычки в северо-западной части Черного моря — одни из самых многочисленных рыб, фенотипическая изменчивость их изучена еще недостаточно [5].

Это и определило цель нашей работы — изучить фенотипические изменения в строении лучей плавников бычка-кругляка *Neogobius melanostomus*.

Материал и методы исследования

Материалом для исследований послужили 98 экз. бычка-кругляка: 85 самцов, добывшихся в мае 2004 г. на оз. Кугурлуй при проведении мониторинговых ихтиологических работ, и 221 экз. самцов бычка-кругляка, добывшихся в августе-октябре 2004 года в акватории Одесского залива в районе Гидробиологической станции Одесского национального университета име-

ни И. И. Мечникова. При исследовании морфологического строения лучей и изменчивости их числа в плавниках использовали комплекс из 5 меристических признаков: число лучей в первом (D_1) и втором (D_2) спинных плавниках, анальном плавнике (A), грудных (P) и брюшных (V) плавниках. Подсчет числа лучей в грудных и брюшных плавниках проводили отдельно для правого и левого плавников с целью изучения ненаправленных изменений в билатеральных структурах, возникающих под воздействием факторов внешней среды (флуктуирующая асимметрия — ФА). Нами в качестве феноменов рассматривались наиболее доступные для визуального анализа нарушения в строении лучей (в первую очередь ветвистых) плавников, свидетельствующие о негативном влиянии на органогенез факторов внешней среды. Выявленные различия классифицировали, учитывали долю рыб с различными морфологическими аберрациями и среднее количество аномальных признаков, приходящихся на плавник.

Результаты исследования и их обсуждение

В связи с расширением ареала бычка-кругляка в бассейне северо-западного Причерноморья несомненный интерес представляет сравнение меристических характеристик особей из разных водоемов — как пресноводных, так и морских. Ранее для некоторых пресноводных видов была показана зависимость числа ветвистых лучей от степени солености водоема.

Анализ морфологических характеристик парных и непарных плавников показал существование различий в числе ветвистых лучей в исследуемых выборках. У кругляка из Одесского залива во всех плавниках за исключением D_1 изменчивость числа лучей более выражена, чем у рыб придонайских озер (оз. Кугурлуй и Ялпуг) (табл. 1). Для морских бычков в ряду изменчивости отмечено некоторое смещение в сторону уменьшения числа лучей, хотя плавники с таким невысоким числом ветвистых лучей встречаются редко.

Результаты наших исследований и опубликованные ранее данные в отношении пресноводных придонайских водоемов в целом совпадают. Так, В. В. Заморовым и соавт. [3] для бычка-кругляка из придонайских озер и из акватории о-ва Змеиный, расположенного в 40 км восточнее дельты р. Дуная (последние данные представлены в квадратных скобках), были указаны следующие меристические признаки: D_1 (V) VI [(V) VI (VII)], D_2 I 15-17 [I 15-18], A I 12-14 [I (9) 11-15], P 17-19 [16-20], V I 5 [I (4) 5] (табл. 1). За исключением числа лучей в анальном плавнике (A), между рыбами из данных районов были отмечены лишь незначительные различия в размахе изменчивости ветвистых лучей плавников. Число ветвистых лучей в анальном плавнике бычка-кругляка из придонайских озер существенно меньше, чем у рыб, добывших в районе о-ва Змеиный, а также в Одесском заливе (наши данные). Размах вариабельности этого признака наибольший среди других исследованных нами меристических признаков. Величина ФА, ее дисперсия у бычка-кругляка из озер Ялпуг и Кугурлуй и в прилегающей к дельте морской акватории, находящейся в зоне выноса дунайской воды,

существенно не различается. В то же время бычок-кругляк из более удаленных районов моря (Одесский залив) по сравнению с исследуемой группировкой характеризуется достоверно большей величиной ФА. Частота отклонений от симметрии в грудных плавниках у рыб Одесского залива вчетверо выше, чем у кругляка из оз. Кугурлуй ($p<0,001$). У бычков озера Кугурлуй только каждая двенадцатая особь имеет отклонения от симметричности в числе ветвистых лучей плавников. В Одесском заливе у 68 экз. бычка-кругляка из 209 обследованных отмечено асимметричное распределение лучей в грудных плавниках. Последнее может служить косвенным подтверждением того, что в придунайских водоемах сложились оптимальные условия для обитания бычка-кругляка. Согласно G.M.Clarke [6] величина ФА у пой-килотермных животных обычно возрастает в условиях средового стресса. Неочищенные дренажные воды и ливнестоки с высоким содержанием нефтепродуктов, быстро минерализующаяся нестойкая органика, СПАВ, тяжелые металлы, периодически поступающие в Одесский залив в результате антропогенной деятельности, формируют тот средовой стресс, который способствует увеличению изменчивости числа лучей и нарушению симметрии в их распределении в грудных и брюшных плавниках рыб.

Таблица 1

Число ветвистых лучей в плавниках бычка-кругляка бассейна Черного моря

| Район | D1 | D2 | A | P | V | Источник |
|--|---------------|------------------|---------------------|---------------------|-------|-------------|
| Одесский залив | 6 15-17 | (13,14) 15-17 | 11-14 (10), (15) | (13,14,15) 16-18 | (4) 5 | Наши данные |
| о. Змеиный | 6 (5), (7) | 15-18 | (9) 11-15 | 16-20 | 4-5 | [3] |
| оз. Кугурлуй | 6 | 15-16 (17) | 12-13 (14) | 16-17(18) | 5 | Наши данные |
| оз.Кугурлуй — Ялпуг | (5) 6 | 15-17 | 12-14 | 17-19 | 5 | [3] |
| Лиманы: Сасык, Молочный; р.Днепр, взморье Дуная | 6 (5), (7) | 13-17 | 11-14 (16) | 14-18 (19) | 5 | [1] |
| - | 6 | 14-15 | 10-13 (14) | - | - | [7] |

Таким образом, изменчивость числа ветвистых лучей плавников бычка-кругляка может свидетельствовать о существенном давлении факторов среды в Одесском заливе на их формирование.

Рыбы являются чувствительными индикаторами антропогенного воздействия на природную среду. Возникновение легко узнаваемых нарушений (фенодевиаций), возникающих под воздействием экстремальных факторов, и их частота встречаemости позволяют судить о величине неблагоприятности экологической обстановки.

При морфологическом исследовании бычка-кругляка нами обнаружен ряд отклонений от нормы. Многие из них, несомненно, являются фенодевиантами (табл. 2).

Из 298 исследованных особей бычка-кругляка 31 экз. (10,4 %) оказалась с различными аберрациями, причем доля особей с морфологическими отклонениями в Одесском заливе (р-н Гидробиологической станции ОНУ) составила 11,8 — 28,6 %, а в придунайских озерах (оз. Кугурлуй) — 1,0 %.

К наиболее часто встречающимся аберрациям в строении плавников следует отнести аномалии развития лучей грудных плавников — 54,3 % от общего числа отклонений (рис. 1, А), аномалии в строении второго спинного плавника — 17,1 % (рис. 1, Б), анального и первого спинного плавника — 14,3 % (рис. 1, В; рис. 2). Единственный случай полного отсутствия плавника при изучении 1460 экз. бычка-кругляка (неопубликованные данные) отмечен именно в отношении 1-го спинного плавника. В брюшных плавниках аберраций не отмечено.

В большинстве случаев наблюдалось наличие единичной аномалии у отдельно взятой особи, однако у 2 экз. (0,9 %) отмечено наличие одновременно двух морфологических отклонений от нормы.

Таблица 2

Феномены ветвистых лучей плавников бычка-кругляка северо-западной части бассейна Черного моря

| №№ | Аберрации ветвистых лучей плавников |
|----|---|
| 1 | Расщепление луча на 2 |
| 2 | Расщепление луча на 3 |
| 3 | Слияние лучей |
| 4 | Редукция лучей/луча |
| 5 | Отсутствие расщепления на последнем луче D2 и A |
| 6 | Отсутствие плавника |
| 7 | Искривление лучей в плавниках |

Среднее число выявленных аберраций на одну особь в Одесском заливе составило 0,17. В оз. Кугурлуй только у одной особи отмечено расщепление лучей (1% от всех исследованных особей).

Нарушение равновесия экосистемы, вызванное загрязнением нефтяными углеводородами, а также органическими поллютантами различного происхождения, способствует появлению изменений экстерьера рыб на всех стадиях их онтогенеза.

Результаты исследований, длительное время проводившихся Одесским филиалом Института биологии южных морей [8], показали, что в пристенных и Одесском районах северо-западной части Черного моря наблюдаются стабильно высокие концентрации нефтепродуктов, которые могут в несколько раз превышать уровень ПДК.

Негативное влияние нефтепродуктов на живые организмы показано эмбриотестом с использованием оплодотворенных яйцеклеток мидий, показавшим нарушение синхронности развития и снижение числа дробящихся бластомеров в пробах воды из резервуара станции очистки баластных вод, а также сходную по характеру, но ослабленную реакцию бластомеров при разбавлении сточной нефтесодержащей воды [9].

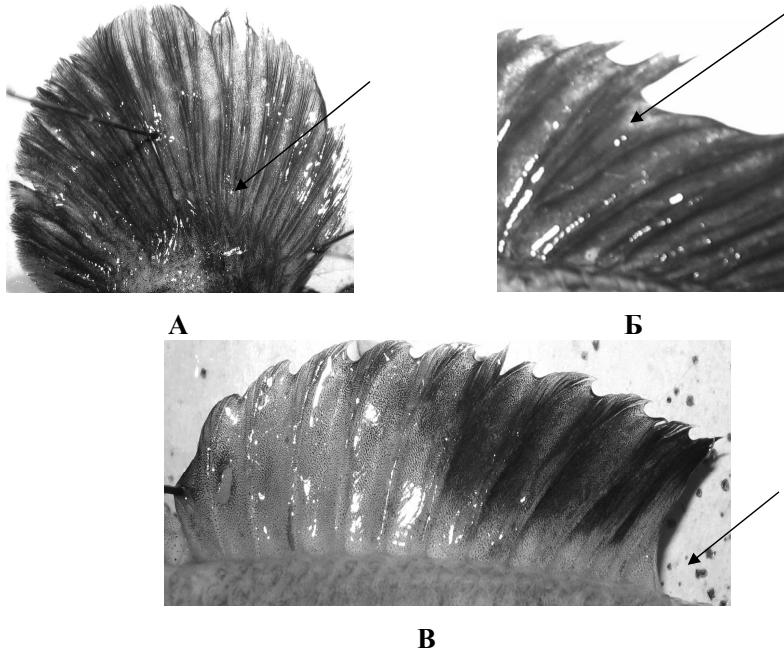


Рис. 1. Фенодевиации в скелете плавников бычка-кругляка (ориг.): А — редукция основания ветвистого луча в грудном плавнике; Б — расщепление ветвистого луча на 2 в спинном плавнике (D2); В — редукция лучей в анальном плавнике

Существенен и вклад местных источников загрязнения (сточных вод станций биологической очистки (СБО), дренажных систем коллекторов противооползневых сооружений, ливнестоков), который составляет до 30 % от общего загрязнения прибрежных вод г. Одессы [10].

В таких условиях развитие икринок, прикрепленных к субстрату на морском дне, как у бычка кругляка, с высокой вероятностью сопровождается возникновением аберраций различного характера.

Характерно, что наибольшая частота фенодевиаций в скелете плавников отмечена в грудных плавниках. Доля особей, несущих аберрации в грудных плавниках, у бычка кругляка из Одесского залива достигает 54 % от числа всех фенодевиаций, отмеченных у рыб в данном районе (табл. 3). Это в три — три с половиной раза больше, нежели частота появления аберраций в скелете непарных плавников. Причину столь значительных различий, по-видимому, следует искать в характере эмбрионального развития бычка кругляка.

По данным Э. М. Калининой [11], именно грудные плавники начинают первыми формироваться уже на 6-е сутки эмбрионального развития, что считается отличительной чертой кругляка. К 8–9-ым суткам они значительно увеличиваются в размерах. Второй спинной и анальный плавники обосабливаются только на 10–11-е сутки развития. Развитие первого спинного происходит уже после выклева малька.

Таблица 3

Частота встречаемости фенодевиант (в долях) в плавниках бычка кругляка из акваторий северо-западной части бассейна Черного моря

| Плавник | Частота аберраций | |
|--------------------------|-------------------|--------------|
| | Одесский залив | оз. Кугурлуй |
| Грудные плавники: правый | 0,343 | 0 |
| левый | 0,20 | единично |
| Брюшные | 0 | 0 |
| 2-ой спинной | 0,171 | 0 |
| Анальный | 0,143 | 0 |
| 1-ый спинной | 0,143 | 0 |

Величина уровня достоверности ($p=0,054$) при сравнении частот возникновения фенодевиаций в грудных плавниках и 1-го спинного плавника, дифференцирующимся последним, не позволяет сделать заключение о значимости различий. В то же время есть все основания говорить о возможной тенденции в уменьшении частоты деформаций разного рода в скелете плавников по мере развития личинки — от ранних стадий развития к поздним. Ранее для черноморской камбалы-калкана в эксперименте была показана большая стойкость предличинок к нефтяному загрязнению морской воды по сравнению с икрой [12].

Среди фенодевиаций, отмеченных в строении лучей плавников, чаще других регистрировалось расщепление луча на два — с частотой встречаемости 0,54. Существенно реже в скелете плавников встречались аберрации, связанные с процессами редукции (редукция лучей и нерасщепленность последних лучей) ($p<0,01$).

Высокая частота встречаемости расщепленности ветвистых лучей обусловлена преимущественным присутствием аберраций этого типа на лучах грудных плавников, что подтверждается результатами корреляционного анализа (коэффициент корреляции Спирмена — 0,7 при $p<0,001$). Грудные плавники, как известно, формируются в первой половине периода эмбрионального развития, который, как правило, отличается более высокой скоростью развития зародышей. Ошибки при ускоренном росте и приводят к развитию дополнительных элементов в ветвистых лучах плавников. Замедление развития к моменту выклева по-видимому приводит к недоразвитию отдельных лучей, что выражается в отсутствии расщепления последнего луча или неполного развития ветвистых лучей. Усилить или ослабить величину деформаций в скелете плавников могут также флуктуации параметров среды обитания: температуры, солености и даже светового режима [13].

Проведение данных исследований показало, что метод визуальной оценки плавников бычка-кругляка достаточно прост и эффективен, что делает его пригодным для мониторинга качества среды морских гидроэкосистем. Однако для успешного использования кругляка в таком качестве необходимы дополнительные исследования о влиянии конкретных факторов на проявления морфологической изменчивости и возникновение фенодевиаций в скелете плавников этого вида.

Выводы

1. У бычка-кругляка в Одесском заливе во всех плавниках за исключением D1 диапазон изменчивости числа лучей шире, чем у рыб придунайских озер (оз. Кугурлуй и Ялпуг).

2. Наибольшая частота фенодевиаций в скелете плавников отмечена в грудных плавниках. Доля особей, несущих аберрации в грудных плавниках, у бычка кругляка из Одесского залива (Черное море) достигает 54 % от числа всех фенодевиаций, отмеченных у рыб в данном районе.

3. Среди фенодевиаций, отмеченных в строении плавников, чаще других регистрировалось расщепление луча на два — с частотой встречаемости 0,54. Существенно реже в скелете плавников встречались аберрации, связанные с процессами редукции (редукция лучей и отсутствие расщепления последних лучей) ($p<0,01$).

Автор чрезвычайно признателен сотрудникам каф. гидробиологии и общей экологии ОНУ за содействие в получении ихтиологического материала.

Литература

1. *Фауна Украины*. В 40-а т. Вып. 5. Окунеобразные (бычковидные), скорпенообразные, камбалообразные, присоскообразные, удильщикообразные/ Смирнов А. И. — К.: Наук. думка, 1986. — 320 с.
2. *Пінчук В.І. Морська та лиманна форми бичка-кнута північно-західної частини Чорного моря // Доп. АН УРСР.* — 1963. — №1. — С. 126-128.
3. *Заморов В.В., Олейник Ю.Н., Джуртубаев М.М. Естественное расселение бычка-кругляка Neogobius melanostomus (PALLAS) в придунайские озера // Вісник Одеського національного університету.* — 2005. — Т.10. — Вып. 4. — Сер. Біологія. — С. 236-243.
4. *Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход).* — М.: Наука, 1987. — 210 с.
5. *Олейник Ю.Н., Заморов В.В., Радионова Н.П., Косенко С.Ю., Черников Г.Б. Морская и пресноводные формы бычка-кругляка Neogobius melanostomus (Pallas) бассейна северо-западной части Черного моря // Современные проблемы зоологии и экологии (Матер. междунар. конф. посвящ. 140-летию основания Одес. нац. ун-та им. И.И.Мечникова, каф. зоологии ОНУ, Зоол. музея ОНУ и 120-й годовщины со дня рожд. засл. деятеля науки УССР, проф. И.И.Пузанова).* — Одесса: Феникс, 2005. — С. 196-197.
6. *Clarke G.M. Fluctuating asymmetry: a technique for measuring developmental stress of genetic and environmental origin // Acta Zool. Fennica.* — 1992. — V.191. — P. 31-35.
7. *Световидов А.Н. Рыбы Чёрного моря.* — М. — Л.: Наука, 1964. — 546 с.
8. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология.* — /Под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. — Киев: Наукова думка, 2006. — 701 с.
9. *Петросян А.Г., Дятлов С.Е. Токсикологический контроль качества балластных вод в районе Одесского мегаполиса // Сб. научн. тр. НАН Украины, МГИ, ИнБЮМ “Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа”.* — Севастополь, 2000. — С. 377-382.
10. *Дятлов С.Е., Патлатюк Е.Г., Никаноров В.А., Адобовский В.В., Петросян А.Г., Савин П. Т., Подплетная Н.Ф., Секундяк Л.Ю., Павлова Е.А., Павлютина Л.П. Качество дренажных, ливневых и сточных вод, сбрасываемых в море и Хаджибейский лиман // Экологические проблемы Черного моря. Одесса, 2002.* — С. 69-73.
11. *Калинина Э.М. Размножение и развитие Азово-Черноморских бычков.* — Киев: Наукова думка, 1976. — 120 с.

12. Миронов О.Г. Действие малых концентраций нефти и нефтепродуктов на развивающуюся икру черноморской камбалы-калкан // Вопр. ихтиологии. — 1967. — Т.7. — Вып. 3(44). — С. 577-580.
13. Астанин Л.П., Саманева Л.И. Морфология рыбца *Vimba carinata* (Pal.) акклиматизированного в Сенгилеевском водохранилище Ставропольского края // Вопр. ихтиологии. — 1967. — Т. 7. — Вып. 3 (44). — С. 446-557.

Ю. М. Олійник

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

**АРИФМОМОРФОЗ ПРОМЕНІВ ПЛАВЦІВ БИЧКА-КРУГЛЯКА
NEOGOBIUS MELANOSTOMUS (PALLAS)**

Резюме

Встановлено діапазон мінливості числа променів в плавцях бичка-кругляка в Одеській затоці. Наводиться перелік фенодевіацій гіллястих променів плавців і частота їх зустрічальності.

Ключові слова: *Neogobius melanostomus*, плавці, арифмоморфоз, фенодевіації.

Y. N. Oleinik

Odessa National Mechnikov University, Departament of Zoology,
Dvoryanskaya str. 2, Odessa, 65082, Ukraine

ARITHMOMORPHOSIS'S RAYS OF FINS ROUND GOBY *NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* (PALLAS)

Summary

The variability number of rays in fins of round goby in the Odessa gulf is established. A list of fenodeviations branched rays of fins and frequency of their occurrence is resulted.

Key words: *Neogobius melanostomus*, fins, arithmomorphosis, phenodeviations.

С. М. Хохлов, канд. в. наук, доц.,
В. П. Радов, канд. в. наук, доц.,
М. І. Крюкова, асп.
Одеський державний екологічний університет
 Кафедра водних біоресурсів та аквакультури
 65016, Україна, м. Одеса, вул. Львівська, 15, тел. 42-78-36
 E-mail: alinastudio@matrix.farlep.net

ОСОБЛИВОСТІ ГІСТОЛОГІЇ ТА ФУНКЦІЇ М'ЯЗІВ РАЙДУЖКИ ОКА САЗАНА

За допомогою гістологічних методик досліджено м'язовий шар райдужки ока сазана. Райдужка має у зовнішньому листку добре розвинений нейро-ектодермальний м'яз, охоплюючий кришталік і здатний виконувати тільки одну функцію — утримання лінзи в положенні, яке надано їй акомодаційним апаратом.

Ключові слова: око, райдужка, сазан, м'язовий шар, міоцити, пігментний шар, кришталік, акомодаційний апарат.

Вступ. Вивчення морфогенезу частин ока хребетних, мускулатури райдужки зокрема, в широкому порівняльно — гістологічному та екологічному плані дозволяє краще зрозуміти біологію ока савців, пізнати фактори становлення такого досконалого органа зору, як око людини.

В доступній літературі існує досить суперечлива інформація про будову райдужки та інших структур органа зору у риб різних екологічних груп [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

За даними [1, 2, 3], м'язи райдужки складаються з філогенетично молодої тканини нейроектодермального походження, яка вперше з'явилась у хребетних.

В умовах “блокади” (коли райдужка дотикається до спрямованого вперед кришталіка) райдужна оболонка у кісткових риб за дії світла, як правило, нерухома. Циліарне тіло та війчаста зв'язка відсутні і кришталік звисає, утримуючись тільки на одній еластичній зв'язці. Від нижньо-задньої поверхні стінки ока до нижньої поверхні кришталіка підходить серповидний відросток. За відсутності акомодації очі кісткових риб пристосовані до умов зору на короткі відстані — 50-100 см [5, 6]. Однак можлива акомодація і на далекі відстані [6].

Завдання нашої роботи полягало у проведенні гістологічних досліджень м'язової системи райдужки ока сазана (екологічна група бентосоїдних риб).

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом дослідження були тканини ока сазана (*Cyprinus carpio*) — риби, мешкаючої на дні водойми і пристосованої до слабкого освітлення.

Гістологічні дослідження проводили на шести очних яблуках сазанів, віком два-три роки. Органи фіксували в 10% нейтральному формаліні.

Робили сагітальні та фронтальні гістозрізи з очних яблук і фарбували їх гематоксиліном і еозином. Готовали тотальні препарати сітківки та судинної оболонки з м'язовим шаром райдужки, які імпрегнували азотнокислим сріблом. Виготовлені гістопрепарати досліджували за допомогою світлового мікроскопу МБІ-1 та інтерференційного мікроскопу МІН-8.

Результати дослідження та їх аналіз. Шароподібний кришталік ока сазана своєю ростральною поверхнею, котра доторкується плоскої рогівки, блокує райдужку. На сагітальному зрізі, який проходить через зіницю, райдужка має форму видовженого трикутника. Трикутник своею основою кріпиться до вузенької циліарної зони, верхівка направлена до зіниці.

Передня поверхня райдужки вкрита епітелієм. Він утворений плоскими полігональної форми клітинами і є продовженням епітелію задньої поверхні рогівки. Під епітелієм знаходиться щільний шар фібробластів та пігментних клітин — меланоцитів, які з'єднуються між собою відростками. В цьому шарі кровоносні судини відсутні.

Глибше знаходиться шар міоцитів веретеноподібної форми, довжина яких досягає 200 мкм, а ширина — 5 мкм. Такі міоцити мають мезенхімне походження [1, 2, 5, 8], одне центрально розташоване ядро і поверхневі міофібрили. М'язові волокна починаються ще в судинній оболонці у вигляді чітко виділеного шару, який поступово потовщується і перетворюється у багатошаровий. В напрямку основи райдужки міоцити орієнтовані по крутій спіралі (радіально), поблизу кореня райдужки — по пологій спіралі, а біля зіниці ока вони набувають циркулярного спрямування. Можливо, подібного м'язового шару достатньо, щоб забезпечити існуючі обмежені рухи райдужки. Отже, циркулярно орієнтовані міоцити м'язового шару можуть працювати як стискачі (сфінктери) на звуження зіниці ока, а міоцити білякореневої частини м'язового шару (ділятатори) — на розширення. Розширенням і звуженням зіниці регулюється потік світла в глибину очного яблука. В цілому, м'язова система райдужки ока виконує роль діафрагми.

За шаром гладеньких м'язових волокон знаходиться шар кровоносних судин в оточенні пухкої волокнистої тканини. Судини до краю зіниці не підходять, а закінчуються на незначній відстані від нього, утворюючи мере живо з артеріоло — венулярних анастомозів аркоподібної форми. Такі анастомози мікроциркуляторного русла виконують функцію напівшунтів [9].

Внутрішнім шаром райдужки є пігментний, який сформований клітинами хроматофорами і добре розвиненим гемомікроциркуляторним руслом. До пігментних борідок цього шару прикріплюються м'язові елементи райдужки.

Біля зіниці пігментний шар утворює потовщення — пігментний валик. Під час уважного дослідження просвітлених тотальніх препаратів можна бачити, що пігментний шар складається з двох листків епітеліального типу. Зовнішній є продовженням пігментного шару, а внутрішній — зорової частини сітківки ока. Вздовж краю зіниці вони контактиують між собою. В окремих витончених ділянках видно, що пігментні зерна внутрішнього ретинового листка розсіяні, мають блідо — рожевий відтінок,

тоді як у зовнішньому листку зерна пігменту ущільнені і мають темне забарвлення.

Підсумовуючи, можна сказати, що у сазана до складу зовнішнього листка райдужки відноситься тільки коловий м'яз нейроектодермального походження. Він складається з одного шару міоцитів.

Із збільшенням відстані від зінici ока м'язові волокна стають товстішими і коротшими, їх ядра збільшені, а міофібрили ущільнюються. Чим ближче до кореня райдужки, тим більше зростає кількість пігменту у волокнах, а чисельність міофібріл зменшується. Тому з наближенням до зінici диференціація міоцитів у райдужці ока збільшується.

У сазана, як і в інших кісткових риб [2, 10], кришталик прикріплюється лише у двох місцях — біля верхнього краю за допомогою підвішуючої зв'язки і в області нижнього, де його підтримує серповидний відросток. За таких умов прикріplення шароподібна лінза неминуче буде “тремтіти”, обертатися навколо своєї осі і не зможе забезпечити чіткість зору.

Виходячи із викладеного, слід зазначити, що райдужка, яка має у зовнішньому листку достатньо сильний м'яз, охоплюючи кришталик, може виконувати тільки функцію його утримання в тому положенні, яке надано райдужці акомодаційним апаратом.

Біологічне середовище, в якому мешкає сазан, дозволяє бачити тільки поруч розміщені предмети. Крім того, водне середовище має досить слабке освітлення і коливання кришталика можуть компенсуватися, наприклад, ретиномоторними ефектами [6, 8]. Внаслідок цього складаються умови, найбільш сприятливі для функціонування фоторецепторних клітин. Таким чином, враховуючи простоту механізмів прикріплення кришталика, однорідність в освітленні водного середовища та додаткові фізіологічні механізми, які захищають око від проникнення яскравого світла, стає зрозумілим, чому райдужка виконує таку важливу функцію як стабілізація кришталика ока, і чому саме м'яз райдужки не можна назвати сфинктером, як це прийнято для інших тварин і людини [1, 4].

Висновки. Райдужка виконує функцію головним чином стабілізатора кришталика і лише частково — діафрагми, не пропускаючої в середину ока “позакришталикові” промені. Вона повинна володіти певною рухливістю, яку виникаюча у процесі еволюції нейроектодермальна мускулатура забезпечити ще не може.

Список літератури

1. Волкова О. В. Эмбриогенез и возрастная гистология внутренних органов. — М.: Медицина, 1976. — 403 с.
2. Кауфман З. С. Эмбриология рыб. — М.: Агропромиздат, 1990. — С. 164-173.
3. Крепс Е. М. Очерк по сравнительной нейробиологии // Биология моря. — Владивосток: Наука, 1980. — С. 3-14.
4. Новак В. П. Цитологія, гістологія, ембріологія. — К.: ВІРА-Р, 2001. — С. 143-152.
5. Бабурина Е. А. Развитие глаз у круглоротых и рыб в связи с экологией. — М.: Наука, 1972. — 145 с.
6. Яржомбек А. А. Физиология рыб. — М.: Наука, 1984. — С. 50-55.
7. Ромер А. Анатомия позвоночных. — М.: Мир, 1992. — С. 210-231.

8. Grodzinski Z. Anatomia i embriologia ryb. — Warszawa, 1961. — 319 s.
9. Куприянов В. В. Пути микроциркуляции. — Кишинев. Штиница, 1969. — С. 45-69.
10. Мельник О.П. Анатомія риб. — К.: Центр учб. літ., 2008. — С. 541-550.

С. М. Хохлов, В. Ф. Радов, М. И. Крюкова

Одесский государственный экологический университет
Кафедра водных биоресурсов и аквакультуры
65016, Украина, г. Одесса, ул. Львовская, 15

ОСОБЕННОСТИ ГИСТОЛОГИИ И ФУНКЦИИ МЫШЦ РАДУЖКИ ГЛАЗА САЗАНА

Резюме

С помощью гистологических методик исследован мышечный слой радужки глаза сазана. Радужка имеет во внешнем листке сравнительно большую нейроэктодермальную мышцу, охватывающую хрусталик, она способна выполнять лишь одну функцию — удерживать линзу в положении, которое придано ей аккомодационным аппаратом.

Ключевые слова: глаз, радужка, сазан, мышечный слой, миоциты, пигментный слой, хрусталик, аккомодационный аппарат.

S. M. Khokhlov, V. P. Radov, M. I. Krukova

Odesa State Environmental University
Department of Water Bioresources and Aquaculture
65016, Ukraine, Odesa, Lvivska str. 15.

IRIS MUSCLES IN *CYPRINUS CARPIO* THEIR HISTOLOGY AND FUNCTION

Summary

The nearer the fibres are to the iris the greater is their contents of pigment and the lower is the number of myofibrils. This primitive muscle keeps the pupil in the position acquired by accommodation. Therefore, it is suggested to term it as m. stabilisator lensis.

Key words: eye, iris, carp, muscular layer, myocyte, pigment coating, crystalline lens, accommodative apparatus.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

1. ПРОФІЛЬ ЖУРНАЛУ

1.1. “Вісник Одеського національного університету” (випуск “Біологія”) здійснює такі публікації:

1. Наукові статті.
2. Короткі повідомлення.
3. Матеріали конференцій. 1. Бібліографія.
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...” подається:

2. Відредагований і погоджений з редколегією текст статті, записаної на дискеці у форматі Word 6.0 або Word 97 (розмір аркуша — А’1. 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). та один екземпляр “роздруківки” з неї.

3. Рекомендація кафедри або наукової установи до друку.

4. Експертний висновок установи про можливість опублікування.

5. Резюме двома додатковими мовами (див. п. 2.7. п. З.2. 10).

6. Колонтитул.

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 (можливе поєднання розділів 2.3 і 2.4).

2.5. Висновки.

2.6. Список літератури.

2.7. Анотація (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 малюнків, таблиць і підписів до них. анотацій, резюме, списку літератури) — не більше 8 сторінок друкованого тексту (див. 1.4. 2), оглядів — до 10 сторінок, рецензій — до 3 сторінок, коротких повідомлень — до 2 сторінок. Рукописи

більшого обсягу приймаються до журналу тільки після попереднього узгодження з редактором.

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 малюнки разом з підписами та необхідними поясненнями до них розміщаються у тексті статті.
 10. На окремому аркуші подаються резюме (російською та англійською мовами для україномовних статей: українською та англійською — для російськомовних), оформлені 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, МАЛЮНКИ

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 порядку цитування в тексті і оформлюються за правилами ВАК (див. “Бюлєтень 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 малюнків) 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:

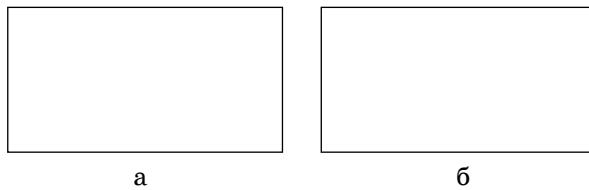


Рис. Підпис рисунку

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 осіх 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) формулі виконуються засобами внутрішнього редактора формул “Microsoft Equation”, 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 виявленіх нових даних. При аналізі слід посилатися на ілюстративний матеріал статті. Аналіз має закінчуватися відповідю на питання, поставлені у вступі.

5. ЛІТЕРАТУРА

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

Приклади бібліографічних описань

Книги, монографії

1. Горячковский А. М. 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. — К., 1965. — Т. 10. — 126 с.

Статті із журналів

5. Андреевский А. М., Катаненко С. В., Тоцкий В. Н. Онтогенетические особенности пептидгидролазной активности экстрактов тканей Drosophila melanogaster // Укр. биохим. журн. — 1982. — Т. 54, № 5. — С. 519-524.
6. 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.

Збірки

7. Андреевский 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.
8. 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". — М., 1997. — С. 372.
9. De Man J. C., Rogosa M., Sharpe M. E. Cell transfer and Interferon Studies // Abstracts of the V International symposium of immunopharmacology. — Quebec, 2000. — Р. 31.

Дисертації, автореферати дисертації

10. 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. — К., 1998. — 17 с.
11. Олярник О. О. Дослідження процесів перекисного окислення ліпідів та активності ферментів антиоксидантного захисту при цукровому діабеті: Дис. ... канд. біол. наук: 03.00.04. — К., 1998. — 117 с.

Депоновані наукові роботи, патенти, авторські свідоцтва

12. Рябушко Л. И. Микрофитобентос Филлофорного поля Зернова. — Севастополь: Деп. в ВИНТИ 11.07.91 г., № 2981 — В91, 1991. — 28 с.
13. Патент України СО7Д 243/24 ФС № 953812. Способ отримання 3-окси-7-бром-5(ортого-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; Санкі-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 редактувати 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.

Odesa National University Herald

•

Вестник Одесского национального университета

•

ВІСНИК
ОДЕСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ

Том 14 • Випуск 8 • 2009

Біологія

Збірник наукових праць

Українською та російською мовами

Зав. редакцією *Т. М. Забанова*
Дизайнер обкладинки *В. І. Костецький*
Технічний редактор *М. М. Бушин*

Здано у виробництво 19.08.2009. Підписано до друку 03.11.2009.

Формат 70x108/16. Папір офсетний. Гарнітура “Шкільна”.

Друк офсетний. Ум. друк. арк. 9,28. Тираж 300 прим.

Вид. № 144. Зам. № 430.

Видавництво і друкарня “Астропрінт”

65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21.

Тел.: (0482) 37-07-95, 37-24-26, 33-07-17, 37-14-25.

www.astropprint.odessa.ua; www.fotoalbum-odessa.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.