

УДК 577.112.85 + 616-097

О.Ю. Галкін, Н.П. Метальнікова, Ю.П. Горго

ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ІНТЕНСИФІКАЦІЯ СИНТЕЗУ КОН'ЮГАТИВ БЛОК-БЛОК ТА БЛОК-ГАПТЕН ДЛЯ ВИСОКОЧУТЛИВИХ МЕТОДІВ ІМУНОАНАЛІЗУ

Відомо чимало методів кон'югації антитіл з ферментами, які дозволяють одержувати кон'югати з високою антигензв'язувальною та ферментативною активністю. Для отримання імуоферментних кон'югатів використовуються різноманітні функціональні групи молекул антитіл та ферментів: аміно-, сульфгідрильні та альдегідні групи. Покращення показників діагностичних наборів може реалізовуватися через вдосконалення імуоферментних кон'югатів та методів їх синтезу і очистки.

Інтенсифікація та оптимізація синтезу білкових кон'югатів можлива за рахунок підвищення впливу макрокінетичної складової реакції кон'югації. Апаратурно-інструментальною реалізацією даного принципу є заміна адсорбента, що використовується під час кон'югації, на інертний фільтрувальний матеріал, крізь який циркулює реакційна суміш. Було визначено оптимальні умови синтезу кон'югатів та доведено можливість синтезу останніх протягом значно меншого (10 хв) проміжку часу у порівнянні із традиційними методами. Температура значно менше впливає на швидкість реакції кон'югації у випадку оптимізованого методу, коли більший вплив на її хід мають макрокінетичні фактори. Показано, що кон'югати білків та антитіл із біотином, а також пероксидазні кон'югати, отримані за оптимізованою методикою є більш активними, що дозволяє використовувати їх для створення високочутливих методів імуноаналізу.

Ключові слова: кон'югати білків, антитіла, ферменти, біотин, макрокінетичні фактори, імуноаналіз

Постановка проблеми. Більшість сучасних імуоферментних тест-систем побудована за трьома схемами імуоферментного аналізу [1]. Найчастіше використовують непрямий та «сендвіч» варіанти, а також конкурентний імуоферментний аналіз (ІФА). Незалежно від принципу, який покладено в основу діагностичного набору, до його складу обов'язково входить кон'югат – мічені ферментом антигени або антитіла. Очевидно, що при створенні імуоферментних тест-систем важливим етапом є одержання імуоферментного кон'югату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якість імуоферментних тест-систем залежать, головним чином, від двох їх компонентів – імуосорбенту та імуоферментного кон'югату. Тому один з шляхів покращення показників діагностичних наборів – вдосконалення імуоферментних кон'югатів. Серед іншого на якість кон'югату безпосередньо впливає метод його одержання. Реагенти, що використовуються для кон'югації, мають щонайменше впливати на активність антитіл та ферменту. Важливим також є контроль наявності незв'язаних молекул імуоглобулінів у синтезованому кон'югаті, адже незв'язаний фермент у складі кон'югату може спричиняти небажане підвищення фонових сигналів [2-3]. Важливим є й співвідношення між ферментом та антитілами у кон'югаті. У різних тест-системах використовують кон'югати із різним молярними співвідношенням антитіло (антиген) : фермент (ліганд) [1, 4]. Для створення високочутливих методів імуноаналізу, коли постає задача виявлення малих або надмалих (наприклад, менше 1×10^{-9} г білка) концентрацій речовини, що детектується, зростає актуальність контрольованого отримання кон'югатів із якомога більшою молярною часткою ферменту (ліганду).

Мета статті. Розробка методологічного підходу для швидкого отримання імуоферментних кон'югатів із високою молярною концентрацією ферменту (ліганду) для підвищення чутливості імуоферментного аналізу.

Методика

Біотинування білків. Традиційний метод. Біотинування бичачого сироваткового альбуміну (БСА) проводили за J. Goding [5] із власними модифікаціями. До 2,7 мл розчину БСА у концентрації 1 мг/мл (розчинений у 0,1 М карбонат-бікарбонатному буфері, рН 8,6), додавали 0,3 мл диметилсульфоксид з 0,3 мг N-гідроксисукцинімідного ефіру біотинамідогексанової кислоти (Sigma, США). Після чотирьох годин інкубації в темноті при кімнатній температурі. Для зупинки реакції додавали 1 М розчин хлориду амонію (20 мкл на 1 мг білка) і діалізували проти фосфатно-сольового буферного розчину (ФСБ), що містить 0,1% азиду натрію, з метою видалення ефіру біотину, що не зв'язався; зберігали при 4 °С. Біотинілювання моноклональних антитіл (МКАТ) проводили за такою самою схемою, за винятком того, що молярне співвідношення антитіло : біотинілюючий агент складало 1:20.

Оптимізований метод. До 2,7 мл розчину БСА у концентрації 1 мг/мл (розчинений у 0,1 М карбонат-бікарбонатному буфері, КБК, рН 8,6), додавали 0,3 мл диметилсульфоксид з 0,3 мг N-гідроксисукцинімідного ефіру амінокапроїдбіотину (якщо окремо не зазначено іншу кількість). Розчин прокачували у полімерних трубках у замкненій системі за допомогою перистальтичного насоса (швидкість 5 мл/хв.) пропускаючи через нейлоновий фільтр-насадку із порами 0,45 мкм упродовж 10 хв. Для зупинки реакції додавали 1 М розчин хлориду амонію (20 мкл на 1 мг білка) і діалізували проти ФСБ, що містить 0,1% азиду натрію, з метою видалення ефіру біотину, що не зв'язався; зберігали при 4 °С. Біотинілювання антитіл проводили із урахуванням молярного співвідношення, що описано вище.

Синтез пероксидазних кон'югатів. У даній роботі використовували методологічний підхід, що базується на періодатному окисненні пероксидази хрому (ПХ).

Традиційний метод. Кон'югування МКАТ до IgE людини з ПХ проводили у ваговому співвідношенні антитіл до ферменту 2:1 методом періодатного окислення за P. Tijssen [6] з модифікаціями. Пероксидазу хрому (Sigma, США) розчиняли в 0,1 М КББ (рН 8,3) до концентрації 15 мг/мл та додавали рівний об'єм водного розчину періодату натрію з концентрацією 14 мМ. Для окислення ПХ суміш інкубували 2 год при кімнатній температурі. Отриманий розчин окисленої ПХ змішували з розчином антитіл, попередньо віддіалізованих проти 0,1 М КББ (рН 9,2). Суміш переносили в хроматографічну колонку й додавали 1/3 частину сухого сефадексу G-25, інкубували 30 хв при кімнатній температурі. Розчин кон'югату елюювали з колонки і додавали 1/20 об'ємної частини водного розчину NaBH₄ (5 мг/мл). Для зупинки реакції суміш залишали на 30 хв при кімнатній температурі, додавали ще 3/20 частини розчину NaBH₄, інкубували 60 хв. Отриманий розчин пероксидазного кон'югату МКАТ діалізом переводили в 0,02 М ФСБ, що містить 0,15 М NaCl. Для синтезу кон'югату біотин-ПХ використовували аналогічну схему із ваговим співвідношенням біотин : ПХ рівним 1:1.

Оптимізований метод. Активацію ПХ періодатом натрію проводили так само як і у попередньому випадку. Отриманий розчин окисленої ПХ змішували з розчином антитіл, попередньо віддіалізованих проти 0,1 М КББ (рН 9,2). Суміш циклічно пропускали крізь фільтр 0,45 мкм упродовж 10 хв. при кімнатній температурі. Розчин кон'югату елюювали з колонки і додавали 1/20 об'ємної частини водного розчину NaBH₄ (5 мг/мл). Для зупинки реакції суміш охолоджували до 4 °С, додавали ще 3/20 частини розчину NaBH₄, інкубували 60 хв. при кімнатній температурі. Отриманий розчин пероксидазного кон'югату МКАТ діалізом переводили в 0,02 М ФСБ, що містить 0,15 М NaCl. Для отримання кон'югату біотин-ПХ використовували таку саме схему, проте вагоме співвідношення біотин : ПХ становило 1:1.

Оцінка кількості вільних аміногруп. Кількість вільних аміногруп в білкових кон'югатах була оцінена за допомогою 2, 4, 6-тринітробензолсульфонової кислоти (ТНБСК) (Sigma-Aldrich, США) з використанням БСА як контролю [7]. До 1 мл розчину білка додавали 4 % NaHCO_3 (контроль) та 0,1 % ТНБСК (дослід), перемішували та інкубували протягом 2 год при 40°C. До контрольного та досліджуваного зразків додавали 1 мл 10 % додецилсульфату натрію та 0,5 мл 1 N HCl. Поглинання розчину фіксували при 335 нм. Кількість аміногруп розраховували по різниці ОГ розчину БСА і його кон'югату (молекула БСА має 60 аміногруп).

Процедура непрямого ІФА. Сорбцію IgE проводили у 0,05 М КББ (рН 9,6) протягом ночі при 4 °С в концентрації від 1 до 500 МО на лунку. Для відмивання використовували фосфатно-сольовий буфер з додаванням 0,05% твін-20 (ФСБТ), рН 7,2-7,4. До планшету вносили робоче розведення (1:80000) кон'югату анти-IgE МКАТ із біотином, інкубували 1 год при 37 °С і потім відмивали. Для виявлення зв'язаних антитіл використовували синтезований нами кон'югат авідину з ПХ, який інкубували 1 год при кімнатній температурі. Планшет тричі відмивали ФСБТ і один раз деіонізованою водою. Як субстрат використовували 0,003 % розчин перекису водню в 0,15 М цитратному буфері, рН 5,0, а як хромоген – 3,3',5,5'-тетраметилбензидину. Реакцію зупиняли 2 М сірчаною кислотою. Після зупинення реакції вимірювали оптичну густину (ОГ) при довжині хвилі 450/620 нм. У альтернативному варіанті непрямого ІФА для виявлення зв'язаних антитіл використовували кон'югат козячих антитіл до імуноглобулінів миші з ПХ (Sigma, США).

Процедура «сендвіч»-варіанту ІФА. МКАТ специфічні до IgE людини сорбували в 0,02 М КББ в концентрації 2 мкг/мл на 96-лункові полістеролові планшети для ІФА. Планшет інкубували протягом 12 год при 4 °С, потім тричі відмивали ФСБТ та витримували у розчині БСА (10 мг/мл в ФСБ) 1 год при 37 °С. Після чотирьохкратної відмивки ФСБТ лунки планшету заповнювали 100 мкл реакційного буферу (0,05 М трис-HCl буфер, рН 8,0, 0,15 М NaCl, 5 мМ ЕДТА, 0,5 мг/мл БСА, 0,2 % Tween-20), що містить різні розведення пероксидазного кон'югату МКАТ до IgE людини. Далі у лунки вносили по 20 мкл контрольного стандартизованого зразку IgE із концентрацією 50 IU/mL (WHO, 2nd IRP, 75/502). Планшети інкубувалися 2 год при 37 °С та відмивалися 4 рази. Подальшу процедуру проводили як і для непрямого ІФА.

Результати та їх обговорення

Теоретичне обґрунтування можливості інтенсифікації та оптимізації процесу синтезу імуноферментного кон'югату. Передумовами для розробки методологічного підходу для швидкого отримання імуноферментних кон'югатів із високою молярною концентрацією ферменту (ліганду) були наступні теоретичні уявлення та експериментальні данні.

Перш за все зупинимось на кінетичних особливостях синтезу імуноферментних кон'югатів. Стадія взаємодії антитіла (антигену) та ферменту (ліганду) зазвичай проходить у розчині із використанням певного інертного адсорбенту, який, фактично, виконує роль неспецифічного каталізатора [8]. Як відомо фактори, що впливають на швидкість реакцій, діляться на дві групи: суто кінетичні (мікрокінетичні), що визначають швидкість взаємодії на молекулярному рівні, і макрокінетичні, що визначають вплив на швидкість взаємодії умов транспорту реагентів до зони реакцій (наявність перемішування, геометричних розмірів реактора тощо) [9]. Наведемо декілька залежностей концентрації синтезованої речовини (у нашому випадку – кон'югату) від макрокінетичних параметрів. Нехай рівняння хімічної кінетики відповідає реакції першого порядку

$$dC/dt = -k_{ef}C, \quad (1)$$

де C – концентрація реагенту, k_{ef} – ефективна константа швидкості. Назовні частинки адсорбенту концентрація вихідної речовини рівна C_0 , а по мірі проникнення у пору вона зменшується за рахунок реакції. За стаціонарних умов рівняння залежності концентрації реагенту C від розміру пори x поєднує рівняння дифузії та рівняння хімічної кінетики та має вигляд [19]

$$C = C_0 \exp[-(k_{ef}/D)^{0.5} x], \quad (2)$$

де D – коефіцієнт дифузії.

Інша модель – гетерогенна реакція, що протікає на гладкій поверхні, та лімітується транспортом реагуючої речовини до цієї поверхні [9]. Швидкість реакції W на поверхні визначається концентрацією реагенту у поверхні C_n та для реакції першого порядку описується рівнянням

$$W = k_{ef} C_n = [k\beta/(k + \beta)] C_n, \quad (3)$$

де k – константа швидкості (кінетична складова), β – коефіцієнт масопереносу (дифузна складова).

Навіть такі елементарні математичні закономірності макрокінетики хімічної реакції доводять суттєвий вплив процесів масопереносу для інтенсифікації хімічної реакції. Очевидно, що підвищення швидкості синтезу імуноферментного кон'югату можливе за рахунок збільшення дифузної складової (наприклад, шляхом перемішування реакційної суміші).

Важливим є й той аспект, що при збільшенні впливу макрокінетичних факторів на хід реакції кон'югації передбачається за можливе збільшувати співвідношення фермент (ліганд) : антитіла (антиген) без використання надлишкової кількості першого. Під час процедури кон'югації, яка для різних методик триває 3-5 годин, може спостерігатися втрата активності синтезованих кон'югатів (за рахунок інактивації частини ферментів та/або антитіл), що може бути обумовлено як хімічними (наприклад, залишки реактиву, що використовується для активації одного чи обох реагентів), так і фізико-хімічними факторами (температура, іонна сила та рН розчину тощо) [1, 4, 10]. Таким чином, зменшення загального часу кон'югації є вигідним не тільки з організаційної точки зору, але й з точки зору збереження біологічної активності біомолекул, що входять до складу синтезованого кон'югату. Вище наведений аналіз спонукав нас до підвищення масообмінних процесів під час реакції кон'югації. Апаратурно-інструментальним рішенням у даному випадку стала заміна адсорбента на інертний фільтрувальний матеріал, крізь який циркулює реакційна суміш.

Відпрацювання умов оптимізованої методики при отриманні кон'югатів БСА-біотин. На першому етапі роботи проводили порівняльні дослідження кон'югації білка та низькомолекулярного гаптену. Як білок використовували БСА, а як гаптен – біотин. Останній, як відомо, має високу спорідненість до авідину (стрептавідину) та широко використовується у високочутливих методах імуноаналізу, оскільки із його використанням з'являється можливість ампліфікувати сигнал. З метою відпрацювання базових умов модифікованої методики слід було встановити оптимальний час інкубації, співвідношення білок : біотин, а також встановити ступінь впливу температури на хід синтезу кон'югату. Результати експериментів оцінювали за двома критеріями: рівнем сигналу у ІФА та зміною кількості вільних аміногруп. Останній показник давав змогу оцінити кількість приєднаних молекул біотину в отриманих кон'югатах, оскільки молекула біотину приєднується до білкової молекули саме через аміногрупу останньої.

Оптимальний час кон'югації визначали при масовому співвідношенні БСА : біотин-вмісний реагент (БР) рівному 9:1 (2,7 мг БСА та 0,3 мг N-гідроксисукцинімідного ефіру амінокапроїдбіотину). Результати даного експерименту представлені на рис. 1. Оптична густина у ІФА для кон'югатів, синтез яких тривав

більше 10 хв збільшувалася незначним чином: від 1,905 оптичних одиниць для тривалості синтезу 10 хв, до 2,050 оптичних одиниць для тривалості 20 хв. Очікувано зворотна закономірність спостерігалася по відношенню до кількості вільних аміногруп на молекулі БСА: з часом їх кількість зменшувалася (значення 51, 36, 35 та 29 відповідають 5, 10, 15 та 20 хв інкубації реагентів. Зазначимо, що зменшення кількості вільних аміногруп, починаючи з 10 хв реакції відбувається дещо більш інтенсивно у порівнянні із збільшенням оптичної густини у ІФА для синтезованих кон'югатів. Таку обставину можна пояснити тим, що подальше збільшення кількості біотинових залишків не призводить до суттєвого збільшення сигналу у ІФА через обмеження самого аналізу (у т.ч. через стеричні обмеження), що у свою чергу, свідчить про недоцільність більшого «насичення» кон'югату молекулами біотину, ніж те, що спостерігається після 10 хв інкубації реакційної суміші. Подальші дослідження проводили виходячи із оптимального часу реакції 10 хв.

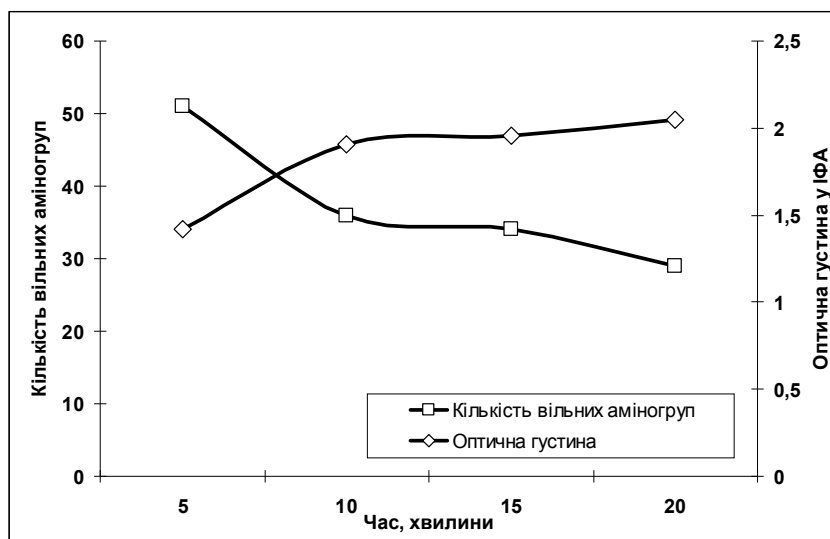


Рис. 1. Визначення оптимального часу реакції кон'югації БСА та біотину: представлені середні значення кількості вільних аміногруп у кон'югаті та ОГ у ІФА за результатами тестування у 4-х повторах, $P < 0,05$

На наступному етапі роботи проводили визначення впливу співвідношення білок : біотинвмісний реагент на такі показники синтезованого кон'югату як інтенсивність у ІФА та кількість молекул біотину у кон'югаті. У експерименті використовували такі концентрації БСА та БР, що відповідають їх молярному співвідношенню 1:5,5, 1:11, 1:16,5 та 1:22. Результати відповідних експериментів (табл. 1) показали, що для кожного молярного співвідношення БСА : БР інтенсивність сигналу кон'югату, отриманого оптимізованим методом, є у 1,68-2,20 рази більшою у порівнянні із аналогічними показниками у випадку традиційного методу. При цьому кількість молекул біотину у синтезованих кон'югатах для однакових співвідношень БСА : БР для оптимізованого методу становила у 1,2-1,38 рази більше.

Нами було також досліджено вплив температури на хід синтезу кон'югату за різними методиками (табл. 2). Було встановлено, що при зниженні температури від 25 °C до 4 °C спостерігається зниження сигналу у ІФА для кон'югатів, що отримані за різними методиками: у випадку традиційного методу ОГ у ІФА зменшується у 4,74 рази, а для оптимізованого методу лише у 1,94 рази. Аналогічні результати було отримано й при розрахунку кількості молекул біотину у отриманих кон'югатах. Таким чином, температура по різному впливає на хід реакції синтезу кон'югату для різних методик. За умов оптимізованого методу, коли значно більшу роль відіграють

макрокінетичні фактори швидкості реакції, зниження температури не так критично впливає на якість отримуваних кон'югатів.

Таблиця 1

Вплив співвідношення білок : біотинвімісний реагент на характеристики кон'югату

Масове співвідношення білок : БР	Мольне співвідношення білок : БР	Сигнал у ІФА, оптичні одиниці		Кількість молекул біотину у кон'югаті	
		Традиційний метод	Оптимізований метод	Традиційний метод	Оптимізований метод
27:1 (0,1 мг БР)	1:5,5	0,554±0,022	1,202±0,011	8±1,0	11±1,0
13,5:1 (0,2 мг БР)	1:11	0,802±0,028	1,554±0,014	15±1,5	18±1,5
9:1 (0,3 мг БР)	1:16,5	0,984±0,021	1,905±0,021	20±1,5	24±1,0
6,75:1 (0,4 мг БР)	1:22	1,255±0,020	2,111±0,028	26±1,5	32±1,0

Примітка: представлені середні значення кількості вільних аміногруп у кон'югаті та ОГ у ІФА за результатами тестування у 4-х повторях, $P < 0,05$.

Таблиця 2

Вплив температури синтезу кон'югатів на їх характеристики

Температура	Сигнал у ІФА, оптичні одиниці		Кількість молекул біотину у кон'югаті	
	Традиційний метод	Оптимізований метод	Традиційний метод	Оптимізований метод
4 °С	0,321±0,018	1,521±0,029	4±0,5	12±1,0
25 °С	0,984±0,021	1,905±0,021	20±1,5	24±1,0

Примітка: представлені середні значення кількості вільних аміногруп у кон'югаті та ОГ у ІФА за результатами тестування у 4-х повторях, $P < 0,05$.

Отримання кон'югатів біотин-антитіло. Для оцінки прийнятності розробленої оптимізованої методики для біотинілювання антитіл проводили синтез кон'югату біотину та моноклональних антитіл до IgE людини, клон 165C12 (ізотип IgG1, константа афінності $2,0 \times 10^{10} \text{ M}^{-1}$) [11]. На попередніх етапах дослідження було встановлено оптимальне молярне співвідношення МКАТ : біотинілюючий агент, яке складало 1:20. Оцінку отримуваних кон'югатів проводили у непрямому ІФА та додатково порівнювали із результатами непрямого ІФА із використанням пероксидазного кон'югату козячих антитіл до імуноглобулінів миші (рис. 2). Всі три графіки мають принципово схожий вид, проте слід звернути увагу на дві особливості: кон'югат, отриманий за оптимізованим методом характеризується у 1,2-1,4 рази більш інтенсивним сигналом, а також забезпечує рівень сигналу статистично вище фоновому вже для концентрації 1 МО/лунку (на відміну від інших).

Отримання пероксидазних кон'югатів антитіл. Розроблена оптимізована методика синтезу кон'югату була використана й для отримання пероксидазного кон'югату моноклональних антитіл до IgE людини, клон 165C12. Оцінку отриманих за альтернативними методиками кон'югатів проводили у «сендвіч» варіанті ІФА із використанням стандартного зразку IgE людини із концентрацією 50 МО/мл. Результати дослідження представлені на рис. 3 та свідчать про більш високу питому активність кон'югату, що отриманий за оптимізованим методом.

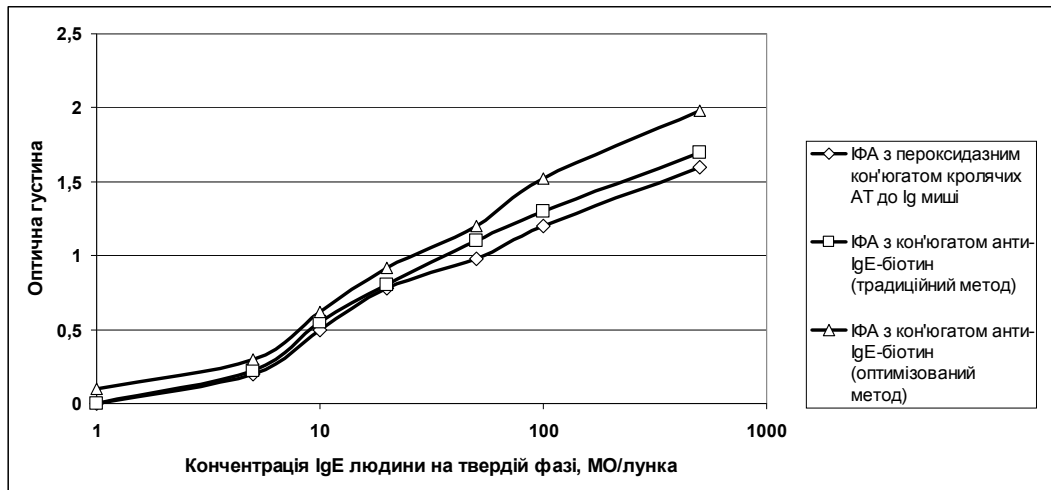


Рис. 2. Порівняльна оцінка кон'югатів біотин-антитіло у непрямому ІФА: представлені середні значення ОГ у ІФА за результатами тестування у 4-х повторях, $P < 0,05$

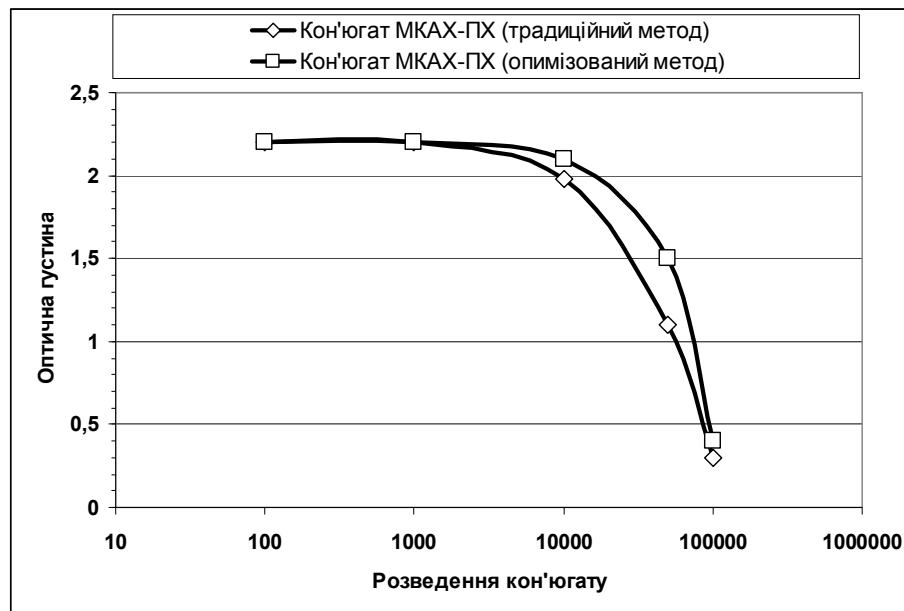


Рис. 3. Порівняльна характеристика пероксидазних кон'югатів антитіл: представлені середні значення ОГ у ІФА за результатами тестування у 4-х повторях, $P < 0,05$

Висновки

Теоретично обгрунтовано можливість інтенсифікації та оптимізації синтезу білкових кон'югатів за рахунок підвищення впливу макрокінетичної складової реакції кон'югації. Експериментально визначено оптимальні умови синтезу кон'югатів та доведено можливість синтезу останніх протягом значно меншого (10 хв) проміжку часу у порівнянні із традиційними методами. Доведено, що температура значно менше впливає на швидкість реакції кон'югації у випадку оптимізованого методу, коли більший вплив на її хід мають макрокінетичні фактори. Показано, що кон'югати білків та антитіл із біотином, а також пероксидазні кон'югати, отримані за оптимізованою методикою є більш активними, що дозволяє використовувати їх для створення високочутливих методів імуноаналізу. Отримані результати дозволяють вдосконалювати розробку та виробництво імуноферментних наборів, призначених для детекції та визначення маркерів інфекційних захворювань, екопатогенів тощо.

Література

1. Galkin O.Yu. Approaches to the synthesis of conjugates for enzyme immunoassay test-systems and evaluation of their use for diagnostics of infectious diseases // Український журнал клінічної та лабораторної медицини. – 2010. – Т.5, №4 – С. 54-60.
2. Saegerman C., De Waele L., Gilson D. et al. Evaluation of three serum i-ELISAs using monoclonal antibodies and protein G as peroxidase conjugate for the diagnosis of bovine brucellosis // Veterinary Microbiology. – 2004. – Vol. 100, 1-2. – P. 91-105.
3. Lombardi Vincent C., Schooley David A. A method for selective conjugation of an analyte to enzymes without unwanted enzyme-enzyme cross-linking // Analytical Biochemistry. – 2004. – Vol. 331, 1. – P.40-45.
4. Hermanson G.T. Bioconjugate techniques. – San Diego: Academic Press, 2000. – 760 p.
5. Goding J. Monoclonal antibodies. Principles and practice. – San Diego: Academic press, 1996. – 492 p.
6. Tijssen P. Practice and theory of enzyme immunoassays // Lab. Techniques in Biochem. and Molecular Biology. – 1985. – 15. – 674 p.
7. Habeeb A.F.S.A. Determination of free amino groups in protein by trinitrobenzene sulfonic acid // Anal. Biochem. – 1966. – Vol. 14. – P. 328-336
8. Яблонский Г.С., Быков В.И., Горбань А.Н. Кинетические модели каталитических реакций. – Новосибирск: Наука, 1983. – 254 с.
9. Берлин А.А. Макрокинетика // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – №3. – С. 48-54.
10. Николаенко И.В., Галкин А.Ю., Раевская Г.Е. и др. Получение моноклональных антител к Fc-фрагменту IgG человека и применение иммуоферментных конъюгатов на их основе // Клиническая лабораторная диагностика. – 2005. – №11. – С. 8-11.
11. Галкін О.Ю., Савченко А.А., Нікітіна К.І. та ін. Одержання та дослідження властивостей нових моноклональних антитіл до IgE людини // Український біохімічний журнал. – Т. 85, № 5. – 2013. – С.81-85.

Аннотація. Галкин А.Ю., Метальникова Н.П., Горго Ю.П. Оптимизация и интенсификация синтеза конъюгатов белок-белок и белок-гаптен для высокочувствительных методов иммуноанализа. Известно множество методов конъюгации антител с ферментами, которые позволяют получать конъюгаты с высокой антигенсвязывающей и ферментативной активностью. Для получения иммуоферментных конъюгатов используются разнообразные функциональные группы молекул антител и ферментов: amino-, сульфгидрильные и альдегидные группы. Улучшение показателей диагностических наборов может реализовываться путем совершенствования иммуоферментных конъюгатов и метода их синтеза и очистки.

Интенсификация и оптимизация синтеза белковых конъюгатов возможна за счет повышения влияния макрокинетической составляющей реакции конъюгации. Аппаратурно-инструментальной реализацией данного принципа служит замена адсорбента, используемого при конъюгации, на инертный фильтрующий материал, сквозь который циркулирует реакционная смесь. Были определены оптимальные условия синтеза конъюгатов и доказана возможность синтеза последних в течение значительно меньшего (10 мин) промежутка времени по сравнению с традиционными методами. Температура значительно меньше влияет на скорость реакции конъюгации в случае оптимизированного метода, когда большее влияние на ее ход имеют макрокинетические факторы. Показано, что конъюгаты белков и антител с биотином, а также пероксидазного конъюгаты, полученные по оптимизированной методике, являются более активными, что позволяет использовать их для создания высокочувствительных методов иммуноанализа.

Ключевые слова: конъюгаты белков, антитела, ферменты, биотин, макрокинетические факторы, иммуноанализ

Summary. Galkin O.Yu., Metalnikova N.P., Gorgo Yu.P. Optimization and intensification of synthesis protein-protein and protein-hapten conjugates for highly sensitive immunoassays. It is known a lot of methods of conjugation of antibodies with enzymes that can produce conjugates with high antigen-binding and enzymatic activity. A variety of functional groups of enzyme and antibody molecules is used for immunoenzymatic conjugates synthesis (for example, amino, sulfhydryl, and aldehyde groups). Enhancement of diagnostic kits can be realized by improving of immunoenzymatic conjugates, and methods for its synthesis and purification.

Intensification and optimization of the protein conjugates synthesis is possible by increasing the influence of macrokinetic component of the conjugation reaction. Hardware and tool implementation of this principle is the replacement of the adsorbent which is used in conjugation with an inert filter material and circulation the reaction mixture through filter material. The optimal conditions for the synthesis of the conjugates have been determinate. It has been proved the possibility of the protein conjugates synthesis for a significantly smaller (10 min) period of time compared to traditional methods. Temperature is significantly less effect on the reaction rate of conjugation in the case of the optimized method, when macrokinetic factors influence on its course more intensively. It has been shown that proteins and antibody conjugates with biotin and peroxidase conjugates prepared by an optimized method are more active, and they can be used to develop highly sensitive immunoassays.

Keywords: *protein conjugates, antibodies, enzymes, biotin, macrokinetic factors immunoassay.*

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Одержано редакцією 26.06.2014
Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 595.789

Н.М. Гордій

ЕКОЛОГІЧНІ ГРУПИ БУЛАВОВУСИХ ЛУСКОКРИЛИХ (LEPIDOPTERA, RHOPALOCERA) КАМ'ЯНЕЦЬКОГО ПРИДНІСТРОВ'Я

У природних екосистемах комахи ряду Lepidoptera відіграють значну роль як фітофаги-консументи великої кількості видів дикорослих рослин. Імаго більшості денних лускокрилих активні у денний період доби і живляться квітковим нектаром та іншими ексудатами рослинного і тваринного походження. У переважної більшості гусениці лускокрилих є хижаками з пасовищним типом живлення, які живляться рослинами, що не мають сільськогосподарського значення. Наявні, денні лускокрилі (Lepidoptera, Diurna) є ідеальною індикаторною групою. Саме цим комахам властива значна таксономічна різноманітність, вони заселили майже всі основні типи наземних біотопів; вони добре досліджені в систематичному та екологічному плані, добре помітні і відносно легко визначаються в природі. Крім того, збереження видової різноманітності денних лускокрилих як індикаторної групи забезпечує збереження всіх екологічно супутніх їм таксономічних груп комах. В статті подано екологічну класифікацію денних лускокрилих. Проаналізовано десять екологічних груп, характерних для території Кам'янецького Придністров'я. З метою з'ясування видового складу фауни денних метеликів Кам'янецького Придністров'я та встановлення їх приуроченості до екологічної групи нами були опрацьовані й критично проаналізовані літературні джерела, а також проведені польові дослідження в ряді пунктів на території дослідження. На підставі результатів можна встановити першочергові пріоритети в охороні й менеджменті біотопів денних лускокрилих.

Ключові слова: лускокрилі, екологічна група, ключовий тип біотопу, Кам'янецьке Придністров'я.

Постановка проблеми. Першою, загально визнаною у Європі, була, запропонована Дж. Блабом і О. Кудрною [1], відносно проста екологічна класифікація європейських видів булавовусих лускокрилих, побудована на узагальненні типових екологічних факторів спільних для європейських видів булавовусих лускокрилих. У даній класифікації, Блаб і Кудрна [1] виділяють 5 екологічних “формацій” і 8 “субформацій”: убіквісти (ubiquists; U¹), мезофіли (mesophils; M), що поділяються на 3 групи: лучні (grassland species; M1), напівлісові (seminemoral species; M2) і лісові (nemoral species; M3), ксерофіли (xerophils; X): лучні (grassland species; X-1), напівлісові (seminemoral species; X-2) і лісові (nemoral species; X3), гігрофіли (hygrophils; H) та альпіколи (alpicols; A), що поділяються на: альпійські (alpine species; A1) та гірські (montane species; A2) види.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На основі класифікації Блаба і Кудрни [1] чеські вчені Й. Бенеш та М. Конвічка [2] розробили свій варіант екологічної класифікації денних лускокрилих, виділивши 6 “формацій” і 5 субформацій: убіквісти (ubikvista; U), мезофіли (mezofil): мезофіли-1 – лучні (mezofil-1; M1), мезофіли-2 – лісо-лучні (mezofil-2; M2), мезофіли-3 – лісові (mezofil-3; M3), ксеротермофіли (xerotermofil): ксеротермофіли-1 – лучно-степові (xerotermofil; X1), ксеротермофіли-2 – лісостепові та чагарникові (xerotermofil; X2), гігрофіли (hygrofil; H), тирфофіли (tyrfofil; T) і альпійські види (alpinsky; A).

Серед вітчизняних вчених проблемою екологічної класифікації булавовусих лускокрилих (Rhopalocera) займались І. Г. Плющ [8], Ю. В. Канарський [5, 6], К. К. Голобородько [3].

¹ (у дужках наведено оригінальну назву, згідно з першоджерелом)

Методика дослідження

У нашій роботі апробовано екологічну класифікацію булавовусих лускокрилих, що базується на просторових та гігротопних критеріях. В її основу покладено класифікацію Блаба-Кудрни [1], враховуючи пізніші поправки Бенеша і Конвічки [2] та Канарського [4].

Інформацію щодо екологічних преференцій виявлених нами видів подаємо на основі власних спостережень. Для відомих з регіону, але не знайдених нами у період досліджень видів, екологічні преференції вказуємо за літературними даними з сусідніх регіонів [3, 4, 6, 7].

Результати та їх обговорення

Убіквістами – еврихорними та евритопними видами, що здатні населяти практично всі типи природних, та антропогенно змінених біотопів, у Кам'янецькому Придністров'ї є 21 вид з 6 родин, що становить 15,56%. Усі вони є широко розповсюдженими та здебільшого чисельними, часто, навіть масовими у регіоні. Один вид – *Cynthia cardui* – активний мігрант, чисельність та поширення якого залежить від міграційних хвиль з півдня. Усі регіональні види – убіквісти, на стадії гусені є хортофагами, при чому, більшість з них – олігофаги. Заселяючи великий спектр біотопів, практично всі вони віддають перевагу біотопам відкритого типу, в тому числі й антропогенного походження. Найбільша кількість убіквістів – 7 видів, належить до родини Pieridae. В тому числі й такі небезпечні сільськогосподарські шкідники хрестоцвітих як: *Pieris brassicae*, *P. napi* та *P. rapae*. Дещо менше убіквістів у родині Nymphalidae – 5 видів (*Issoria lathonia*, *Inachis io*, *Aglais urticae*, *Vanessa atalanta*, *Cynthia cardui*). Усі вони розвиваються на широко розповсюджених та звичайних у регіоні видах рослин, зокрема на: *Urtica* sp. З родини Hesperidae убіквістами є 3, широко розповсюджені у регіоні, звичайні та чисельні види: *Erynnis tages*, *Thymelicus lineola*, *Ochlodes sylvanus*. Ще 3 види – убіквісти (*Coenonympha pamphilus*, *Maniola jurtina*, *Aphantopus hyperantus*) належать до родини Satyridae, 2 – до Lycaenidae (*Lycaena phlaeas*, *Polyommatus icarus*) та 1 (*Papilio machaon*) – до Papilionidae.

Найчисельнішою та найбільш характерною у Кам'янецькому Придністров'ї є група ксерофільних видів, котра налічує 53 види з 6 родин Rhopalocera (39,26%). Спільними особливостями для усіх видів цієї групи є перевага недостатньо зволуженим біотопам з теплими та відносно сухими кліматичними умовами. Можна виділити 2 групи ксерофільних видів: лучно-степові та лісо-степові.

До лучно-степових ксерофілів у Кам'янецькому Придністров'ї належить 37 видів (27,41%). Переважна більшість видів, що входять до складу даної групи, є стенотопними мешканцями мало порушених ксеротермних, лучно-степових та степових біотопів. Лише деякі з них здатні заселяти антропогенні біотопи (поля, свіжі перелоги, пустирі, залізничні насипи, ранні та пізні техногенні сукцесійні стадії тощо). Найбільше лучно-степових ксерофілів належать до родини Lycaenidae – 18 видів (*Thersamonia thersamon*, *Cupido minimus*, *C. osiris*, *Everes decoloratus*, *Pseudophilotes vicrama schiffermulleri*, *Scolitantides orion*, *Maculinea arion*, *Plebejus argus*, *P. argyrognomon*, *P. sephirus*, *Aricia agestis*, *A. artaxerxes allous*, *A. anterus*, *Polyommatus dorylas*, *P. thersites*, *P. bellargus*, *P. coridon*, *P. daphnis*). Представники решти родин становлять значно меншу частку у цій екогрупі. Зокрема, до родини Hesperidae належать 7 лучно-степових ксерофільних видів (*Carcharodus alceae*, *C. orientalis*, *Muschampia tessellum*, *Pyrgus carthami*, *P. serratulae*, *P. armoricanus*, *Hesperia comma*), до Satyridae – 5 (*Lasiommata megera*, *Melanargia russiae*, *Hyponephele lupina*, *H. lycaon*, *Chazara briseis*), до Nymphalidae – 4 (*Melitaea didyma*, *M. trivialis*, *M. cinxia*, *M. aurelia*) і до Pieridae – 3 (*Colias alfacariensis*, *C. erate*, *C. chrysotheme*).

Лісо-степовими або чагарниковими ксерофілами у регіоні є 16 видів (11,85%). Найбільше з них належать до родини Nymphalidae – 6 видів (*Neptis sappho*, *Pandoriana pandora*, *Brenthis daphne*, *Clossiana dia*, *Melitaea phoebe*, *Mellicta britomartis*). Ще 4 види належать до родини Lycaenidae (*Nordmannia acaciae*, *N. spini*, *Glaucopsyche alexis* і *Plebejus idas*), 3 – до Satyridae (*Lasiommata maera*, *Hipparhia fagi*, *Brinthesia circe*), 2 – до Pieridae (*Aporia crataegi*, *Colias myrmidone*) і 1 – до родини Papilionidae (*Iphiclides podalirius*).

Мезофілами у Кам'янецькому Придністров'ї є 45 видів булавовусих лускокрилих (33,33%), зі значним діапазоном толерантності до кліматичних умов, що здатні заселяти відносно широкий діапазон біотопів з помірними умовами температури та зволоження. Відповідно до основних типів середовища проживання, усі вони поділяються на 3 групи: лучні, лісо-лучні та лісові.

До групи лучних мезофілів у досліджуваному регіоні належать 18 видів (13,33%) – мешканці мезофільних післялісових, сінокісних та пасовищних лук, а також помірно зволжених відкритих антропогенних біотопів. Найбільше лучних мезофілів у родині Nymphalidae – 7 видів (*Mesoacidalia aglaja*, *Fabriciana adippe*, *F. niobe*, *Clossiana selene*, *C. euphrosyne*, *Mellicta athalia*, *Araschnia levana*). 4 лучні мезофільні види (*Heodes tityrus*, *H. virgaureae*, *Everes argiades* та *Polyommatus semiargus*) належать до родини Lycaenidae. 3 лучні мезофільні види відносяться до родини Satyridae (*Melanargia galathea*, *Coenonympha glycerion*, *Erebia medusa*). По 2 види належать до родин: Hesperidae (*Pyrgus malvae*, *Thymelicus sylvestris*) та Pieridae (*Leptidea sinapis*, *L. reali*).

Серед лісо-лучних мезофілів, яких також 18 видів (13,33%), у регіональній фауні домінують представники родини Lycaenidae, яких тут налічується 7 видів (*Thecla betulae*, *Neozephyrus quercus*, *Nordmannia pruni*, *N. ilicis*, *N. w-album*, *Callophrys rubi* і *Celastrina argiolus*). 3 поміж інших, 4 види належать до родини Nymphalidae (*Neptis rivularis*, *Argynnis paphia*, *Argyronome laodice*, *Polygonia c-album*), 3 види – до родини Satyridae (*Coenonympha arcania*, *Erebia aethiops* і *E. ligea*) і по 1 виду – до родин: Hesperidae (*Carterocephalus palaemon*), Papilionidae (*Parnassius mnemosyne*), Pieridae (*Anthocharis cardamines*) та Riodinidae (*Hamearis lucina*). Загалом, до даної групи у Кам'янецькому Придністров'ї належать 18 видів. Усі вони преферують різноманітні “напіввідкриті” помірно зволожені біотопи – мезофільні лісові галявини та узлісся, просіки, зруби, рідколісся та чагарникові зарості, а переважна їх більшість є дендро та тамнобіонтами.

До групи лісових мезофілів відносяться 10 видів булавовусих лускокрилих (7,41%), мешканців лісових біотопів регіону. Цю групу формують 8 видів з родини Nymphalidae (*Apatura iris*, *A. ilia*, *Limenitis populi*, *L. camilla*, *Nymphalis vaualbum*, *N. xanthomelas*, *N. polychloros* і *N. antiopa*) та 2 види з родини Satyridae (*Pararge aegeria* і *Lopinga achine*). Характерною особливістю лісових мезофільних видів з родини Nymphalidae є те, що на стадії гусені усі вони є дендро- та тамнофагами. Обидва лісові види з родини Satyridae є хортофагами, проте практично постійно перебувають під лісовим шатром.

Гігрофілами у регіоні є 10 видів (7,41%) із 4 родин Rhopalocera: *Zerynthia polyxena* (Papilionidae), *Lycaena helle*, *L. dispar rutilus*, *Heodes hippothoe*, *Maculinea alcon*, *M. teleius*, *M. nausithous*, *Aricia eumedon* (Lycaenidae), *Brenthis ino* (Nymphalidae) та *Coenonympha hero* (Satyridae). Усі вище вказані гігрофільні види є приуроченими до специфічних, переважно відкритих біотопів з надлишковим зволоженням та являються екстразональними елементами у досліджуваному регіоні. Практично всі вони відомі звідти за літературними вказівками з минулого, а їх сучасні знахідки взагалі відсутні. Лише 2 види з регіонального гігрофільного комплексу – *Z. polyxena* і *L. dispar rutilus*,

виявлені на сучасному етапі досліджень. При чому обидва локально поширені, а перший – дуже локальний і рідкісний.

Гігро-ксерофільними екоотічними диз'юнктами у досліджуваному регіоні є 3 види (2,22%) з родин: Hesperidae (*Heteropterus morpheus*), Lycaenidae (*Heodes alciphron*) та Satyridae (*Satyrus dryas*). Для них характерне реферування як ксерофільних так і гігрофільних біотопів, при чому уникаючи мезофільних.

Два, відомі з регіону за знахідками у минулому, види (1,48%), що відносяться до родин: Lycaenidae (*Plebejus optilete*) та Satyridae (*Coenonympha tullia*), належать до групи тирфофілів – мешканців торфових боліт. Наявність обидвох видів у лепідоптерофауні регіону потребує підтвердження. Особливо це стосується типового мешканця оліготрофних боліт – *Plebejus optilete*, який розвивається на *Vaccinium* sp. та *Oxycoccus* sp., оскільки придатних для його існування біотопів у регіоні не виявлено.

Висновки

Таким чином, у фауні булавовусих лускокрилих Кам'янецького Придністров'я за екоотічними перевагами домінують ксерофільні види, яких разом становить 53 види. В тому числі лучно-степових ксерофілів – 37 та лісо-степових – 16 видів. Наступною за чисельністю є група мезофілів, яка налічує у регіоні 45 видів. Серед них по 18 видів є лучними та лісо-лучними (екотонними), а 10 – лісовими мезофілами. Убіквістами є 21 вид *Rhopaloscega*. Решта видів належать до гігрофільного (10), гігро-ксерофільного (3) та тирфофільного (2) комплексів (рис. 1).

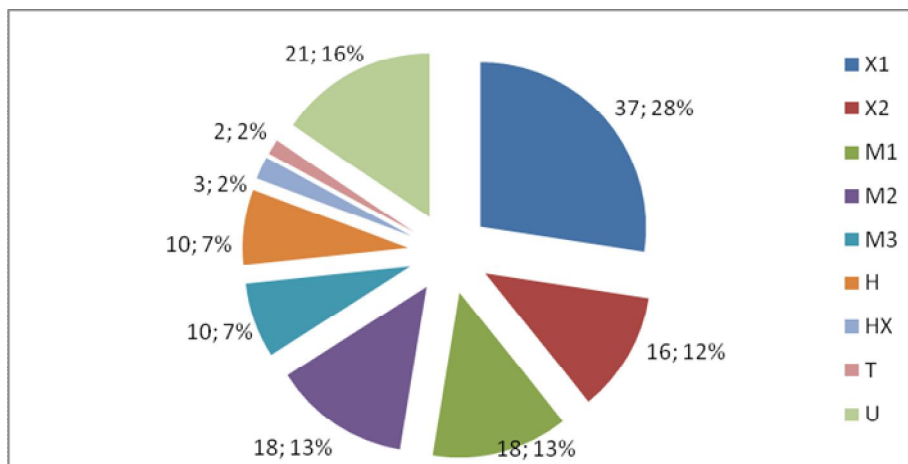


Рис. 1. Співвідношення видів *Rhopaloscega* з різних екологічних груп: Н – гігрофіли; NH – гігро-ксерофіли; M1 – лучні мезофіли; M2 – лісо-лучні мезофіли; M3 – лісові мезофіли; Т – тирфофіли; U – убіквісти; X1 - лучно-степові ксерофіли; X2 – лісо-степові ксерофіли.

Література

1. Blab J. Hilfsprogram für Schmetterlinge. Ökologie und Schutz von Tagfalter und Widderchen / J. Blab, O. Kudrna // Naturschutz aktuell. – 1982. – № 6. – P. 1-135.
2. Beneš J. Butterflies of the Czech Republic : distribution and conservation / J. Beneš, M. Konvička – Praha : SOM, 2002. – vol. I, II. – 857 p.
3. Голобородько К. К. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Булавовусі лускокрилі (Lepidoptera : Hesperioidea, Papilionoidea) / К. К. Голобородько, А. Е. Пахомов. За заг. ред. проф. О.С. Пахомова. – Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту. – 2007. – 304 с.
4. Канарський Ю. В. Екологічна класифікація денних лускокрилих (Lepidoptera, Papilionoidea) / Ю. В. Канарський // Наукові основи збереження біотичної різноманітності : Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України. – Вип. 5. – 2003. – Львів : Ліга-Прес. – 2004. – С. 232–237.
5. Канарський Ю. В. Екосистемологічні аспекти проблеми охорони рідкісних і зникаючих видів комах / Ю. В. Канарський // Наукові основи збереження біотичної різноманітності : Матеріали 9-ї наукової конференції молодих учених (Львів, 1-2 жовтня 2009 р.). – Львів. – 2009. – С. 37-45.

6. Канарський Ю. В. Класифікація біотопів денних лускокрилих (Lepidoptera, Diurna) та оцінка репрезентативності їх видового складу / Ю. В. Канарський // Наукові записки Державного природознавчого музею. – Львів. – 2004. – №. 19. – С. 139-148.
7. Львовский А. Л. Булавоусые чешуекрылые Восточной Европы / А. Л. Львовский, Д. В. Моргун. – М. : КМК. – 2007. – 443 с.
8. Плющ И. Г. Булавоусые чешуекрылые фауны Украины (индикационное значение, охрана, изменение фауны под влиянием хозяйственной деятельности). автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / Плющ Игорь Георгиевич ; Ин-т зоологии НАН УРСР. – К. – 1988. – 22 с.

Аннотация. *Гордий Наталия Михайловна. Экологические группы булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Rhopalocera) Камянецкого Приднестровья. В природных экосистемах насекомые ряда Lepidoptera играют значительную роль как фитофаги-консументы большого количества видов дикорастущих растений. Имаго большинства дневных чешуекрылых активны в дневное время суток и питаются цветочным нектаром и другими экссудата растительного и животного происхождения. У подавляющего большинства гусеницы чешуекрылых являются хищниками с пастбищным типом питания, которые питаются растениями, не имеющих сельскохозяйственного значения. Наконец, дневные бабочки (Lepidoptera, Diurna) является идеальной индикаторной группой. Именно этим насекомым свойственна значительная таксономическая разнообразие, они заселили почти все основные типы наземных биотопов; они хорошо исследованы в систематическом и экологическом плане, хорошо заметные и относительно легко определяются в природе. Кроме того, сохранение видового разнообразия дневных чешуекрылых как индикаторной группы обеспечивает сохранение всех экологически сопутствующих им таксономических групп насекомых. В статье представлена экологическая классификация дневных чешуекрылых. Проанализированы десять экологических групп, характерных для территории Камянецкого Приднестровья. С целью выяснения видового состава фауны дневных бабочек Камянецкого Приднестровья и установления их приуроченности к экологическим группам нами были проработаны и критически проанализированы литературные источники, а также нами проведены полевые исследования в ряде пунктов на территории исследования. На основании результатов можно установить первоочередные приоритеты в охране и менеджменте биотопов дневных чешуекрылых.*

Ключевые слова: чешуекрылые, экологическая группа, ключевой тип биотопа, Камянецкое Приднестровья.

Summary. *Natalia Gordiy . Ecological groups of butterflies (Lepidoptera, Rhopalocera) of Kamyanetske Prydnistrovia. In natural ecosystems number of insects Lepidoptera play a significant role as phytophagous-consument large number of species of wild plants. Imago most of butterflies in the daytime during the day and feed on flower nectar and other exudates from plants and animals. The vast majority of lepidopteran caterpillars are predators of pasture type of power that eat plants that have no agricultural value. Finally, butterflies (Lepidoptera, Diurna) the indicator is the perfect team. It is this peculiar insect considerable taxonomic diversity, they settled almost all major types of terrestrial habitats; they are well studied in a systematic and ecological point of view, clearly visible and relatively easily determined in nature. In addition, the conservation of species diversity of butterflies day as the indicator of ensuring the safety of all environmentally accompanying taxonomic groups of insects. A case of ecological classification of the butterflies is offered. There are 10 ecological groups of butterflies distinguished for the Kamyanetske Prydnistrovia. In order to determine the species composition of the fauna of butterflies Kamyanetske Prydnistrovia and the establishment of their affinity to the environmental groups we have worked and critically reviewed the literature, and we have conducted field research in a number of points in the study. The priorities for conservation and management of the key habitat types are grounded.*

Key words: butterflies, ecological group, key habitat type, Kamyanetske Prydnistrovia.

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Одержано редакцією 04.11.2014
Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 612.017.582.28.

Р.С. Довгий, В.М. Святецька, М.П. Рудик,
С.П. Весельський, В.В. Позур, О.М. Макаренко**ВПЛИВ ЗАСОБУ «КОРДІЦЕПС І ЛІНЧЖІ» ТА ЙОГО ФРАКЦІЙ НА
ОКРЕМІ ПОКАЗНИКИ ІМУННОЇ СИСТЕМИ, РІСТ ПУХЛИНИ ТА
ВИЖИВАНІСТЬ У МИШЕЙ З КАРЦИНОМОЮ ЕРЛІХА**

Фунготерапія є добре розвиненим методом терапії у країнах східної Азії. В наш час активно ведуться пошуки та дослідження головних діючих складових вищих грибів, які відповідають за їхні різноманітні фармакологічні властивості. Метою нашого дослідження було порівняння імуномодулюючої та протипухлинної активності засобу «Кордіцепс і Лінчжі» та водо- і жиророзчинної фракції, отриманих із нього. Дослідження *in vitro* проведені з використанням клітин, виділених із нелінійних мишей. Дослідження *in vivo* проведені на мишах лінії Balb/c. Функціональну активність фагоцитуючих клітин визначали по відновленню нітросинього тетразолію. Реакцію органів імунної системи мишей оцінювали за показниками відносної маси та відносної клітинності органу.

Показано наявність імуномодулюючої активності водо- та жиророзчинних фракцій засобу «Кордіцепс і Лінчжі». Найвираженішими були зміни кисень-залежного метаболізму, який підвищувався при додаванні усіх концентрацій досліджуваних фракцій. Тим не менше, застосування нефракціонованого засобу «Кордіцепс і Лінчжі» мало більш виражений ефект майже по всіх досліджуваних параметрах, таких як кисень-залежний метаболізм (підвищення в 19 раз у порівнянні з контролем при застосуванні 100 мкг/мл засобу), показники лімфоїдних органів (підвищення маси лімфовузлів у 1,5 рази у порівнянні з контролем) і динаміка росту пухлини (достовірно пригнічення росту пухлини на 24% у порівнянні з контролем пухлини).

Ключові слова: «Кордіцепс і Лінчжі», водорозчинна фракція, жиророзчинна фракція, імунна система, пухлина.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку з недостатньою ефективністю стандартних методів терапії онкозахворювань увагу дослідників все частіше привертають нетрадиційні методи лікування, зокрема фунготерапія [1,2]. Цей напрямок є особливо розвиненим у країнах східної Азії у зв'язку з багатовіковими традиціями застосування лікарських грибів у народній медицині. Активно ведуться пошуки та дослідження головних діючих складових вищих грибів, які відповідають за їхні різноманітні фармакологічні властивості [3,4]. Так, наприклад, відомо, що полісахариди гриба *Ganoderma lucidum* здійснюють імуноопосередковану протипухлинну дію [5], в той час як компоненти ліпідної природи, а саме тритерпени – володіють прямою цитотоксичною активністю по відношенню до пухлинних клітин [6].

Мета статті - порівняння імуномодулюючої та протипухлинної активності засобу «Кордіцепс і Лінчжі» та водо- і жиророзчинної фракції, отриманих із нього.

Методика

В експериментах використовували готовий засіб «Кордіцепс і Лінчжі» компанії McAster (Сертифікаты UA.1.003.x001047-10; UA.1.003.x001046-10), в рідкому вигляді та його водо- і жиророзчинну фракції. Засіб «Кордіцепс і Лінчжі» містить екстракти двох вищих лікарських грибів – *Cordyceps sinensis* та *G. lucidum* (лінчжі). Виділяли фракції наступним чином: досліджуваний засіб невеликими аліквотами наносять, адсорбуючи на попередньо розмічений квадратами (35x55 мм) і підписаний простим олівцем фільтрувальний обеззолений чи хроматографічний папір. Цей папір кладеться на сітчасту підставку, щоб випаровування води було можливим як з верхньої, так і з

нижньої площини [7]. Бажано, щоб цей сітчастий каркас стояв у місці, де немає прямих сонячних променів і впродовж протягу повітряних мас чи з підключенням вентилятору, щоб скоротити час випаровування води. Залежно від вмісту органічних компонентів в досліджуваній рідині в плямі концентрують в межах 40-300 мкл матеріалу. Одержані для аналізу проби зручно зберігати в поліетиленових планшетах в морозильному відділенні побутового холодильника і поступово відбирати для аналізу в лабораторних умовах. Досліджувану пробу у вигляді плями на папері подрібнюють ножицями на невеликі лоскутки ($2 \times 3 \text{ мм}^2$) і засипають у пробірку з притертою пробкою. Екстракцію жиророзчинної фази проводимо однофазною системою органічних розчинників в такому співвідношенні: хлороформ – ацетон – етанол (7:2:1), водорозчинної – системою розчинників у співвідношенні ацетон – етанол (3:1). Кількість суміші розчинників екстрагуючої системи беруть у відношенні до проби (20:1). Для більш повної екстракції ця суміш додається до проби частинами. Так, спочатку в пробірку до подрібненої проби доливають 1 мл розчинника і впродовж 15 хвилин ставлять в коливний апарат. Потім зливають в точно зважений бюкс чи конусовидну пробірку, а до проби ще 2 рази додають по 0,5 мл суміші з 5-хвилинним інтервалом перебування в коливному апараті. Загально зібраний екстракт після випарювання розчинника готовий для подальшого аналізу [8].

Дослідження *in vitro* проведені з використанням клітин, виділених із нелінійних мишей. Дослідження *in vivo* проведені на мишах лінії Balb/c. Миші були віком від 2-х до 3-х місяців, середньої ваги 18-20 г, розведення віварію – ННЦ «Інституту біології» КНУ імені Тараса Шевченка. Тварин утримували в стандартних умовах віварію з вільним доступом до води та корму. Усі дослідження на тваринах здійснювали згідно із нормами, встановленими законом України №3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» і норм, прийнятих в Європейській конвенції із захисту хребетних тварин, яких використовують для експериментальних і наукових цілей від 20.09.1985 [9].

Піддослідні лінійні миші були розділені на 5 груп по 10 тварин у кожній: 1 – інтактні тварини; 2 – контрольні тварини-пухлиноносії; 3 – тварини-пухлиноносії, яким кололи водорозчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»; 4 – тварини-пухлиноносії, яким кололи жиророзчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»; 5 – тварини-пухлиноносії, яким давали засіб «Кордіцепс і Лінчжі». Пухлину перещеплювали так само, як зазначено вище. Водорозчинну та жиророзчинну фракції засобу «Кордіцепс і Лінчжі» вводили підшкірно, в область крижового відділу, по 0,2 мл дослідних речовин, 6 разів, через добу. Нефракціонований засіб давали тваринам перорально приблизно по 20 мкл на одну тварину. Тривалість досліду – 4 тижні після першого введення / застосування засобів.

Визначення кисень-залежного метаболізму фагоцитуючих клітин. З метою отримання перитонеальних макрофагів мишей, тваринам у черевну порожнину вводили по 5 мл середовища Хенкса та проводили масаж передньої стінки черевної порожнини. Потім відбирали суспензію клітин, що утворилася, та відмивали клітини (1500 об/2е, 10 хв). Осад 2е фракціонували у 1 мл середовища Хенкса та доводили кінцеву концентрацію клітин до 1×10^6 клітин/мл.

Функціональну активність визначали по відновленню нітросинього тетразолію (НСТ). НСТ-тест проводили згідно методики Передерій В.Г. та ін. В дослідах використовували засіб «Кордіцепс і Лінчжі» та водо- і жиророзчинну фракції, отримані із цього засобу, у трьох концентраціях: 50 мкг/мл, 100 мкг/мл та 200 мкг/мл. В дослідні лунки вносили по 20 мкл розчину. Оптичну густину диформазану визначали на мікроплейтфотометрі типу «Reader» (Лаботек, Латвія) при довжині хвилі 630 нм.

Оцінка реакції лімфоїдних органів. Реакцію органів імунної системи мишей: регіонарних (по відношенню до місця введення досліджуваних речовин) пахових лімфовузлів, селезінок та тимусів оцінювали за відносною масою органу (ваговим індексом), що розраховували за формулою: маса органу/загальна маса тварини, а також за відносною клітинністю органу (питомим вмістом мононуклеарних лейкоцитів), який визначали за формулою: абсолютна клітинність/маса органу [10].

Статистичну обробку отриманих результатів проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики з розрахунком середнього значення (M), середнього квадратичного відхилення (σ) та середньої квадратичної похибки (m). Для визначення вірогідності відмінності показників між дослідом та контролем використовували t-критерій Стьюдента [11].

Результати та їх обговорення

Вплив водорозчинної та жиророзчинної фракції засобу «Кордіцепс і Лінчжі» на кисень-залежний метаболізм перитонеальних макрофагів в умовах in vitro. Додавання трьох досліджуваних концентрацій водорозчинної фракції засобу «Кордіцепс і Лінчжі» викликало підвищення спонтанного кисень-залежного метаболізму перитонеальних макрофагів мишей приблизно вдвічі у порівнянні з контролем, між собою вплив цих концентрацій не відрізнявся. Стимульований кисень-залежний метаболізм при введенні усіх концентрацій водорозчинної фракції підвищувався дозозалежно (2,4; 2,6 та 3,4 раза відповідно).

Додавання жиророзчинної фракції засобу «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 50 мкг/мл призводило до найбільш значного підвищення спонтанного кисень-залежного метаболізму – у 4,3 раза у порівнянні з контролем. При введенні 100 та 200 мкг/мл цієї фракції спостерігалось підвищення спонтанного кисень-залежного метаболізму у 2,2 рази. Показники стимульованого кисень-залежного метаболізму при введенні усіх концентрацій жиророзчинної фракції достовірно не відрізнялися між собою і були більш ніж втричі збільшені у порівнянні з контролем (рис.1).

Вплив засобу «Кордіцепс і Лінчжі» на кисень-залежний метаболізм перитонеальних макрофагів мишей in vitro. Додавання засобу в усіх концентраціях призводило до значного підвищення киснезалежного метаболізму перитонеальних макрофагів мишей у порівнянні з контролем. Введення препарату у концентрації 50 мкг/мл призводило до підвищення киснезалежного метаболізму в 14 разів у порівнянні з контролем. Найефективнішими виявилися концентрації 100 та 200 мкг/мл, при додаванні котрих, спостерігалось підвищення метаболізму макрофагів у 19 та 18 разів відповідно у порівнянні з контролем та достовірно підвищення у порівнянні з додаванням засобу у концентрації 50 мкг/мл (рис.2).

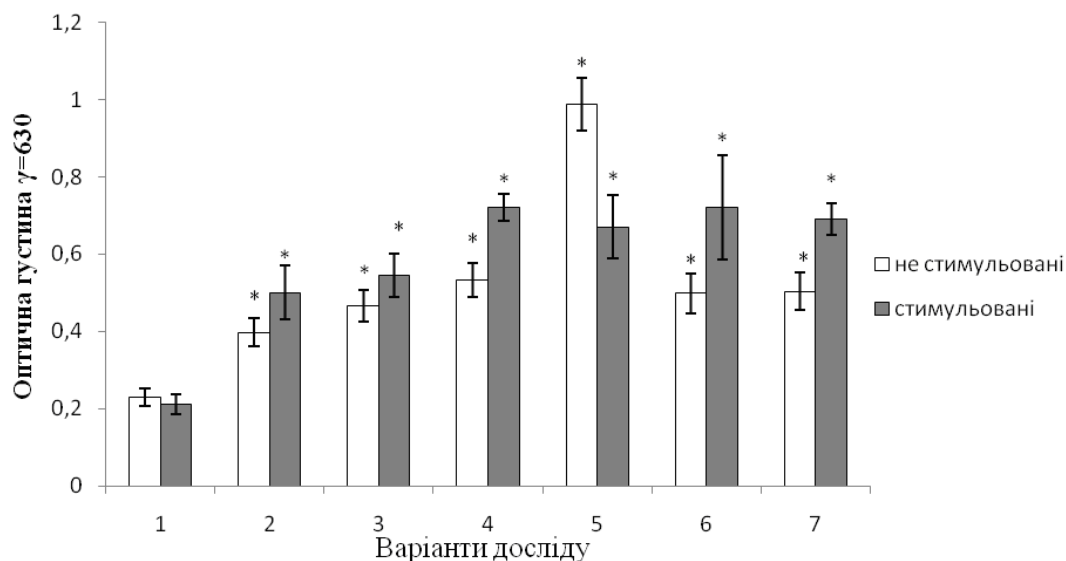


Рис.1. Вплив водо- та жиророзчинної фракції препарату «Кордіцепс і Лінчжі» на киснезалежний метаболізм перитонеальних макрофагів мишей

1 – контроль;

2 – додавання водорозчинної фракції препарату «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 50 мкг/мл;

3 – додавання водорозчинної фракції препарату «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 100 мкг/мл;

4 – додавання водорозчинної фракції препарату «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 200 мкг/мл.

5 – додавання жиророзчинної фракції препарату «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 50 мкг/мл;

6 – додавання жиророзчинної фракції препарату «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 100 мкг/мл;

7 – додавання жиророзчинної фракції препарату «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 200 мкг/мл.

Примітка: * - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з контролем

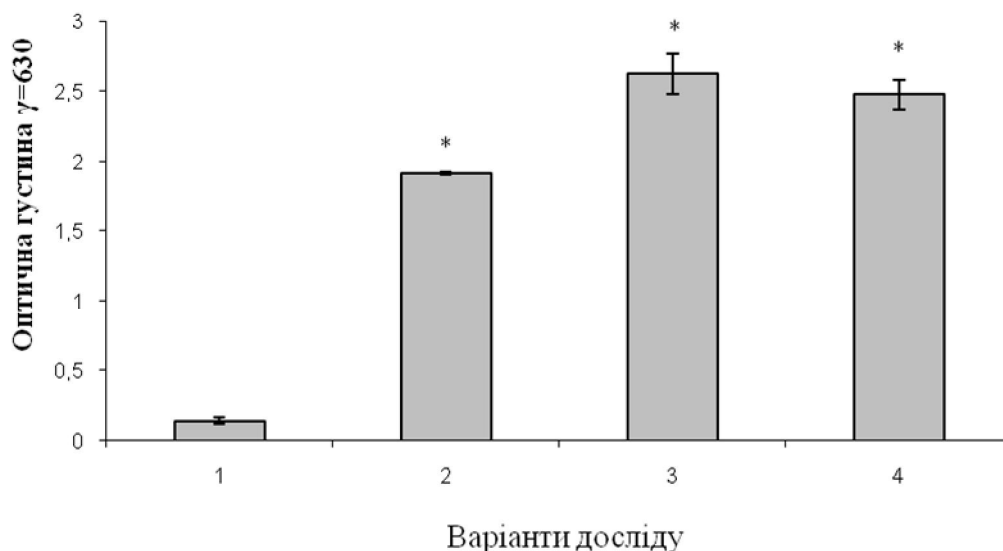


Рис. 2. Вплив засобу «Кордіцепс і Лінчжі» (McAster, Україна) на киснезалежний метаболізм перитонеальних макрофагів мишей

1 – контроль;

2 – додавання засобу «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 50 мкг/мл;

3 – додавання засобу «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 100 мкг/мл;

4 – додавання засобу «Кордіцепс і Лінчжі» у концентрації 200 мкг/мл.

Примітка: * - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з контролем

Оцінка впливу застосування засобів із вищих грибів на кисень-залежний метаболізм перитонеальних макрофагів мишей з пухлиною.

У контрольних мишей-пухлиноносіїв спостерігалось підвищення спонтанного кисень-залежного метаболізму перитонеальних макрофагів на 23% у порівнянні з інтактним контролем, хоча стимульований кисень-залежний метаболізм не підвищувався. При введенні водорозчинної фракції засобу «Кордіцепс і Лінчжі» спостерігалось зниження кисень-залежного метаболізму до рівня інтактного контролю. При введенні жиророзчинної фракції цього засобу показники стимульованого та спонтанного кисень-залежного метаболізму достовірно не відрізнялися від контролю пухлини. Застосування не фракціонованого засобу призводило до підвищення стимульованого кисень-залежного метаболізму у порівнянні з контролем пухлини на 30%, в той час як спонтанний кисень-залежний метаболізм залишався достовірно незмінним у порівнянні з контролем пухлини (рис.3).

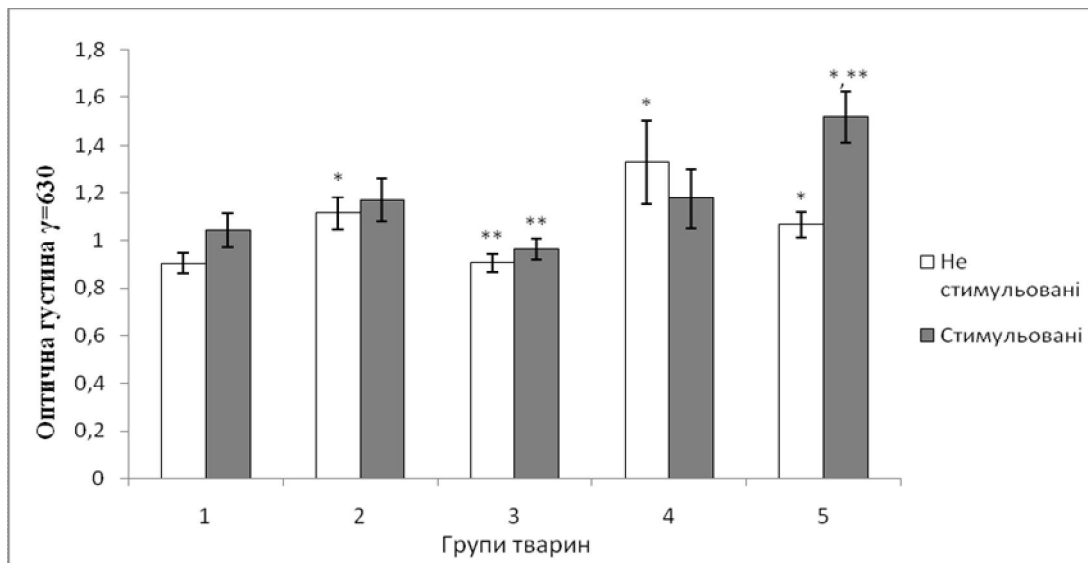


Рис. 3. Оцінка впливу застосування засобів із вищих грибів на кисень-залежний метаболізм перитонеальних макрофагів мишей

1 – інтактні тварини;

2 – контрольні тварини-пухлиноносії;

3 – тварини-пухлиноносії, яким кололи водорозчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

4 – тварини-пухлиноносії, яким кололи жиророзчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

5 – тварини-пухлиноносії, яким давали засіб «Кордіцепс і Лінчжі».

Примітка: * - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з інтактними тваринами, ** - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з контрольними тваринами з пухлиною

Реакція лімфоїдних органів мишей на введення засобів із вищих грибів.

Відносна маса лімфовузлів у контрольних мишей з пухлиною підвищувалася майже у 5 разів у порівнянні з інтактними мишами. При цьому відносна клітинність, навпаки, була більшою майже у 5 разів у інтактних мишей. Введення водорозчинної фракції засобу «Кордіцепс і Лінчжі» не призводило до достовірних змін відносної маси та клітинності лімфовузлів у порівнянні з контролем пухлини. Застосування жиророзчинної фракції засобу «Кордіцепс і Лінчжі» призводило до зниження відносної маси лімфовузлів у 1,8 разів у порівнянні з контролем пухлини, при цьому цей показник залишався достовірно вищим, ніж у інтактному контролі (у 2,7 разів). Відносна клітинність лімфовузлів у цій групі достовірно не відрізнялася від інтактного контролю та контролю пухлини. Застосування нерозділеного засобу призводило до значного підвищення відносної маси лімфовузлів у порівнянні як з інтактним

контролем (більш ніж у 7 разів), так і з контролем пухлини (у 1,5 раза). Але відносна клітинність при цьому достовірно не відрізнялася від показників контрольних тварин-пухлиноносіїв, і була значно нижчою, ніж в інтактному контролі (рис.4).

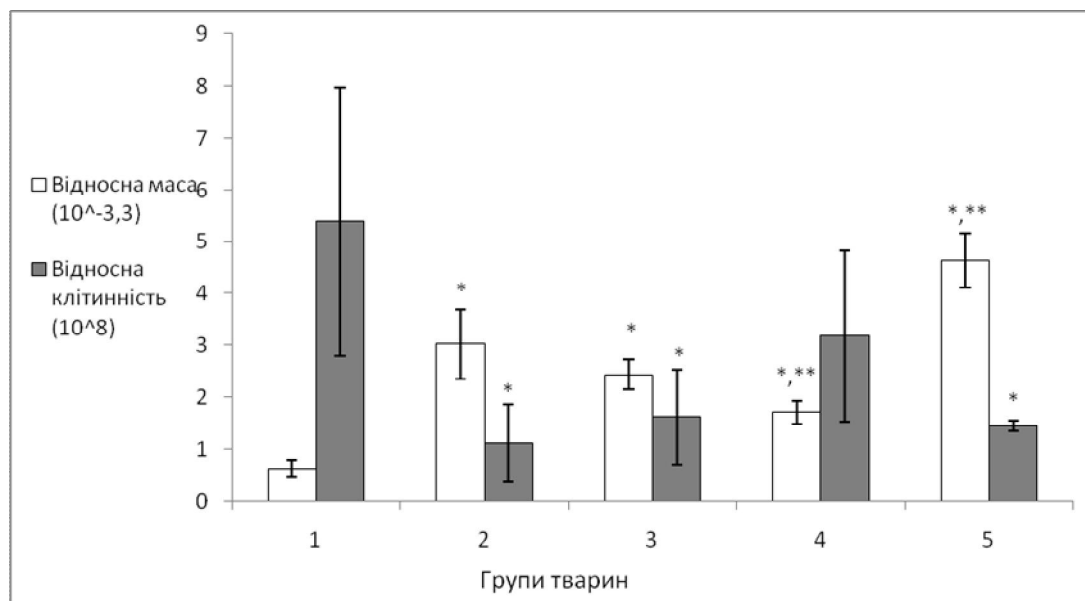


Рис. 4. Оцінка реакції лімфовузлів мишей з пухлиною на застосування засобів із вищих грибів

1 – інтактні тварини;

2 – контрольні тварини-пухлиноносії;

3 – тварини-пухлиноносії, яким кололи водорозчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

4 – тварини-пухлиноносії, яким кололи жиророзчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

5 – тварини-пухлиноносії, яким давали засіб «Кордіцепс і Лінчжі».

Примітка: * - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з інтактними тваринами, ** - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з контрольними тваринами з пухлиною

Ріст пухлини призводив до підвищення відносної маси та клітинності селезінок у контрольних тварин-пухлиноносіїв у порівнянні з 22е фракцію тваринами (у 1,8 та 1,3 рази відповідно). Введення водорозчинної фракції засобу «Кордіцепс і Лінчжі» не призводило до достовірних змін обох показників селезінок у порівнянні з контролем пухлини. Введення жиророзчинної фракції призводило до зниження цих показників до рівня інтактного контролю. Застосування фракціонованого засобу не призводило до достовірних змін відносної маси у порівнянні з контролем пухлини, відносна клітинність при цьому значно знижувалася у була нижчою у порівнянні як з контролем пухлини, так і з інтактним контролем (у 2 та 1,5 рази відповідно) (рис.5).

Розвиток пухлини супроводжувався достовірним зниженням як відносної маси, так і відносної клітинності тимусів у порівнянні з інтактним контролем (у 3 та 2,7 разів відповідно). Введення водо- та жиророзчинної фракцій засобу «Кордіцепс і Лінчжі» призводило до підвищення відносної маси тимусів у порівнянні з контролем пухлини (у 2,3 та 1,7 разів відповідно), хоча до показників інтактних тварин вони не доходили і були достовірно нижчими. Тим не менш, показники відносної клітинності тимусів у цих групах достовірно не відрізнялися від контролю пухлини. Застосування нерозділеного засобу «Кордіцепс і Лінчжі» викликало найбільше підвищення відносної маси тимусів, ніж у контролі пухлини (у 2,6 разів). Цей показник достовірно не відрізнявся від інтактного контролю. Відносна клітинність у цій групі також достовірно не змінювалася у порівнянні з контролем пухлини (рис.6).

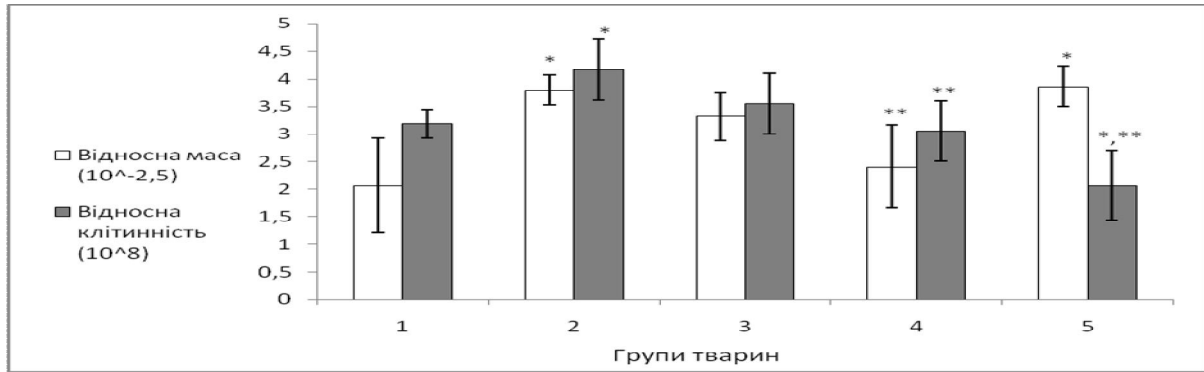


Рис. 5. Оцінка реакції селезінок мишей з пухлиною на застосування засобів із вищих грибів

1 – інтактні тварини;

2 – контрольні тварини-пухлиноносії;

3 – тварини-пухлиноносії, яким кололи водорозчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

4 – тварини-пухлиноносії, яким кололи жиророзчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

5 – тварини-пухлиноносії, яким давали засіб «Кордіцепс і Лінчжі».

Примітка: * - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з інтактними тваринами, ** - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з контрольними тваринами з пухлиною

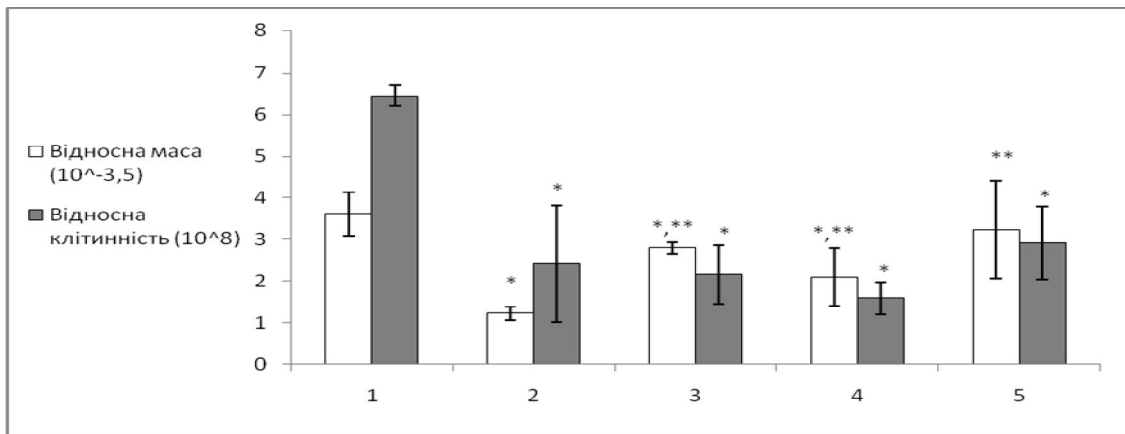


Рис. 6. Оцінка реакції тимусів мишей з пухлиною на застосування засобів із вищих грибів

1 – інтактні тварини;

2 – контрольні тварини-пухлиноносії;

3 – тварини-пухлиноносії, яким кололи водорозчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

4 – тварини-пухлиноносії, яким кололи жиророзчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

5 – тварини-пухлиноносії, яким давали засіб «Кордіцепс і Лінчжі».

Примітка: * - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з інтактними тваринами, ** - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з контрольними тваринами з пухлиною

Оцінка динаміки росту пухлини під впливом застосування засобів із вищих грибів. При застосуванні водо- і жиророзчинної фракцій засобу «Кордіцепс і Лінчжі» спостерігалася тенденція до гальмування росту пухлини порівняно із контролем пухлини. Найефективнішим виявився нефракціонований засіб, який викликав достовірне пригнічення пухлинного росту у порівнянні з контролем пухлини на 14-23 добу експерименту. На 23 добу експерименту спостерігалася пригнічення росту пухлини на 24% у порівнянні з контролем (рис.7).

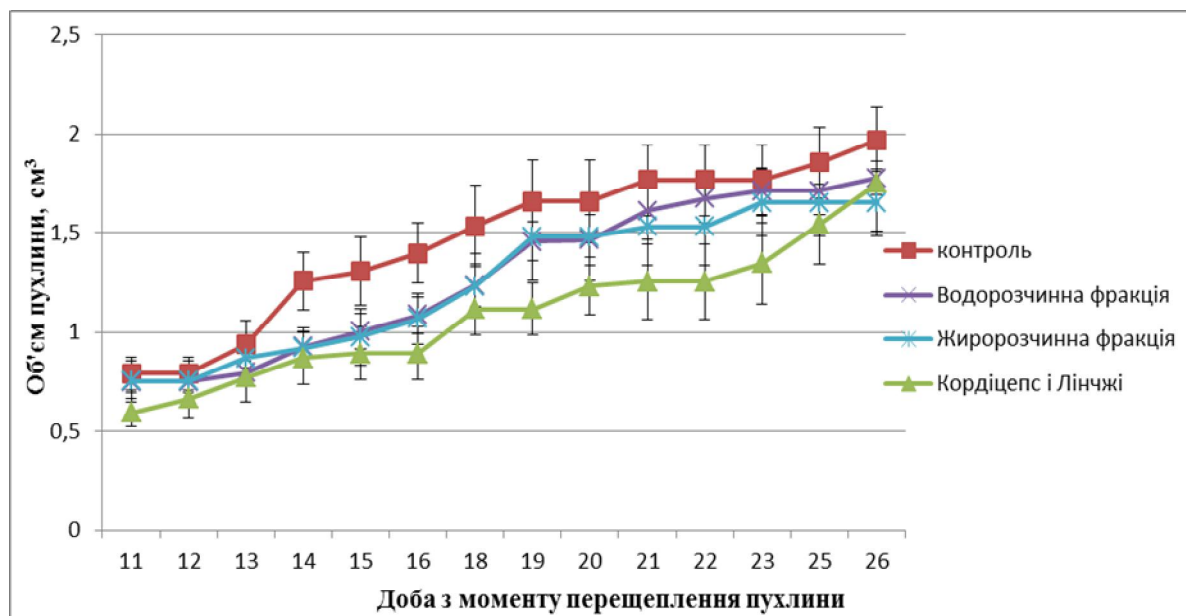


Рис. 7. Вплив засобу «Кордіцепс і Лінчжі» на динаміку росту пухлини

Значного впливу засобу «Кордіцепс і Лінчжі» на тривалість життя тварин з пухлиною не спостерігалось. При введенні водорозчинної фракції спостерігалось незначне підвищення середньої тривалості життя у порівнянні з контрольними тваринами-пухлиноносіями (рис.8).

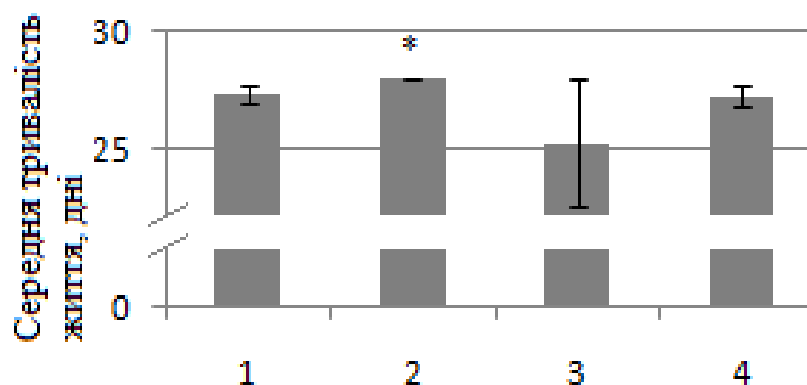


Рис. 8. Вплив засобів із вищих грибів на середню тривалість життя піддослідних тварин

1 – контрольні тварини-пухлиноносії;

2 – тварини-пухлиноносії, яким кололи водорозчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

3 – тварини-пухлиноносії, яким кололи жиророзчинну фракцію засобу «Кордіцепс і Лінчжі»;

4 – тварини-пухлиноносії, яким давали засіб «Кордіцепс і Лінчжі».

Примітка: * - $P < 0,05$ – достовірно у порівнянні з контрольними тваринами з пухлиною

Висновки

1. Серед усіх застосованих *in vitro* концентрацій досліджуваних фракцій засобу «Кордіцепс і Лінчжі» жиророзчинна фракція у концентрації 50 мкг/мл найпотужніше стимулювала кисень-залежний метаболізм – у 4,3 раза. Однак, засіб у всіх застосовуваних концентраціях був значно потужнішим, ніж досліджувані фракції, причому найбільший вплив мало застосування 100 мкг/мл засобу, яке призводило до 19-разового підвищення цього показника у порівнянні з контролем.
2. Показники киснезалежного метаболізму у тварин, яким попередньо застосовували досліджувані засоби, були менш високими. Найбільший вплив спостерігався при дії

- нефракціонованого засобу на стимульований метаболізм – підвищення на 30% у порівнянні з контролем пухлини.
3. На регіонарні лімфовузли найбільший вплив справляв також нерозділений засіб, який підвищував відносну масу цих органів у 1,5 рази у порівнянні з контролем пухлини. Відносна вага тимусів у всіх дослідних групах підвищувалася в середньому приблизно вдвічі у порівнянні з контролем пухлини. Між собою показники у цих групах достовірно не відрізнялись. Відносна клітинність лімфоїдних органів у жодній із дослідних груп не підвищувалася.
 4. Ріст пухлини достовірно пригнічувався лише у групі, яка отримувала нефракціонований засіб, при застосуванні фракцій спостерігалася тенденція до гальмування пухлинного росту. Середня тривалість життя достовірно підвищувалася лише у групі тварин, яким кололи водорозчинну фракцію досліджуваного засобу.
 5. Таким чином, застосування окремих фракцій не продемонструвало бажаних результатів, цілий засіб був значно ефективнішим майже по всіх показниках. Мабуть це обумовлено комплексною дією усіх складових засобу.

Література

1. Patel S. Recent developments in mushrooms as anti-cancer therapeutics: a review / S. Patel, A. Goyal // Biotech. – 2012. – V. 2, №1. – P. 1–15.
2. Zhou X. Cordyceps fungi: natural products, pharmacological functions and developmental products / X. Zhou, Z. Gong, Y. Su [et al.] // Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 2009. – V. 61. – P. 279–291.
3. Rao Y.-K. Constituents isolated from Cordyceps militaris suppress enhanced inflammatory mediator's production and human cancer cell proliferation / Y.-K. Rao, S.-H. Fang, W.-S. Wu, Y.-M. Tzeng – J Ethnopharmacol. – 2010. – V. 131. – P. 363–367.
4. Chen J. Medicinal importance of fungal β -(1 \rightarrow 3) (1 \rightarrow 6)-glucans / J. Chen, R. Seviour // Mycol. Res. – 2007. – V. 111. – P. 635–652
5. Wang P-Y. Antitumor and Immunomodulatory Effects of Polysaccharides from Broken-Spore of Ganoderma lucidum / P.-Y. Wang, X.-L. Zhu, Z.-B. Lin // Front Pharmacol. – 2012. – V. 3. – P. 135.
6. Lin S.B. Triterpene-enriched extracts from Ganoderma lucidum inhibit growth of hepatoma cells via suppressing protein kinase C, activating mitogen-activated protein kinases and G2-phase cell cycle arrest / S.B. Lin, C.H. Li, S.S. Lee, L.S. Kan // Life Sci. – 2003. – V. 72. – P. 2381–2390.
7. Галиев Х.Г. Микрометод определения ароматических аминокислот в субклеточных структурах печени / Х.Г. Галиев // Экспериментальная патология печени. – 1981. – №4. – С. 245–250.
8. Пат. 99031324 Україна, А 61В 5/14 Спосіб підготовки проб біоридин для визначення вмісту речовин ліпідної природи / С.П. Весельський; Київський Університет імені Тараса Шевченка. 15.02.2001. Бюл. №1.
9. Резников О. Проблеми етики при проведенні експериментальних медичних і біологічних досліджень на тваринах / О. Резников // Вісн. НАН України. – 2001. - №1. – С. 5-7.
10. Sensitivity of mouse lymphoid and nonlymphoid organs to Silesian air pollutants / E. Kozłowska, J. Korpec-Szlezak, N. Drela // Ecotoxicol. Environ. Saf. - 1997. - №37. - №1. - P.10-16.
11. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных / О.Ю. Реброва. – Москва: МедиаСфера, 2002. – 312 с.

Аннотация. *Весельський С.П., Довгий Р.С., Святецькая В.Н., Рудык М.П., Позур В.В., Макаренко А.Н. Влияние средства «Кордицепс и Линчжи» и его фракций на отдельные показатели иммунной системы, рост опухоли и выживаемость мышей с карциномой Эрлиха. Фунготерапия является хорошо развитым методом терапии в странах восточной Азии. В наше время активно ведутся поиски и исследование главных действующих составляющих высших грибов, которые отвечают за их различные фармакологические свойства. Целью нашего исследования было сравнение иммуномодулирующей и противоопухолевой активности средства «Кордицепс и Линчжи» и водо- и жирорастворимой фракций, полученных из него. В экспериментах использовали готовое средство «Кордицепс и Линчжи» компании McAster в жидком виде и его водо- и жирорастворимую фракции. Исследования in vitro проведены с использованием клеток, выделенных из нелинейных мышей.*

Исследования in vivo проведены на мышах линии Balb/c. Функциональную активность фагоцитирующих клеток определяли по восстановлению нитросинего тетразолия. Реакцию органов иммунной системы мышей оценивали по показателям относительной массы и относительной клеточности органа.

Показано наличие иммуномодулирующей активности водо- и жирорастворимой фракций средства «Кордицепс и Линчжи». Наиболее выраженными были изменения кислород-зависимого метаболизма, который увеличивался при добавлении всех концентраций исследуемых фракций. Тем не менее, применение нефракционированного средства «Кордицепс и Линчжи» имело более выраженный эффект почти по всем исследуемым параметрам, таким как кислород-зависимый метаболизм (повышение в 19 раз по сравнению с контролем при применении 100 мкг/мл средства), показатели лимфоидных органов (повышение массы лимфоузлов в 1,5 раза по сравнению с контролем), динамика роста опухоли (достоверное угнетение роста опухоли на 24% по сравнению с контролем опухоли).

Ключевые слова: «Кордицепс и Линчжи», водорастворимая фракция, жирорастворимая фракция, иммунная система, опухоль.

Abstract. Veselsky S.P., Dovgiy R.S., Svyatetska V.N., Rudyk M.P., Pozur V.V., Makarenko A.N. *Influence of medicine "Cordyceps & Lingzhi" and its fractions on some indexes of immune system, tumor growth and survival of mice with Ehrlich's carcinoma.* Fungotherapy is a well-developed method of therapy in East Asia. Nowadays there is the search and study of the main active substances with different pharmacological activities from higher fungi takes place. The aim of our study was to compare the immunomodulatory and antitumor activity of the medicine "Cordyceps and Lingzhi" and water- and fat-soluble fractions derived from it. In vitro studies conducted using cells obtained from outbred mice. In vivo studies conducted on Balb/c mice. Functional activity of phagocytes was determined using the nitroblue tetrazolium test. The reaction of lymphoid organs was measured by indexes of their relative weight and relative cellularity.

The presence of immunomodulating activity of "Cordyceps & Lingzhi" medicine water and fat soluble fractions was shown. Changes of oxygen-dependent metabolism were the most reliable, they were increased at addition of analyzed fractions in all concentrations. Nevertheless, application of non-fractionated medicine "Cordyceps & Lingzhi" had more marked effects in almost all investigated parameters, such as oxygen-dependent metabolism (19-fold increase at addition of 100 mkg/ml of medicine, as compared to control), indexes of lymphoid organs (1,5-fold increase of relative weight of lymph nodes), dynamics of tumor growth (statistically significant inhibition of tumor growth by 24% as compared to control).

Key words: "Cordyceps & Lingzhi", water soluble fraction, fat soluble fraction, immune system, tumor.

**ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету
імені Тараса Шевченка**

Одержано редакцією 12.07.2014
Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 574.91 (477.4)

О.В. Ілюха

ПРОСТОРОВІ ТА КІЛЬКІСНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ МІГРАЦІЇ ПТАХІВ У РЕГІОНІ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В СВІТЛИЙ ПЕРІОД ДОБИ

Утворення каскаду водосховищ шляхом затоплення долини річки Дніпро вплинуло на міграційні переміщення практично всіх видів. Проведена оцінка змін міграційних напрямків показала, що для більшості птахів створення каскаду водосховищ внесло суттєві зміни в їхні міграційні шляхи, сформувавши вздовж берегів водосховищ «міграційні потоки». Передусім, це стосується дрібних горобцеподібних птахів, що мігрують в світлий час доби. Для більшості з них акваторія водосховища небажана перепона на шляху, котру вони воліють облітати. Збільшення інтенсивності та масовості міграції вздовж берега водосховища та їх спадання по мірі віддалення від нього, дозволяє стверджувати факт формування міграційних потоків вздовж берегових ліній водосховища. Встановлено, що в районі водосховища проходить широко-фронтальна міграція птахів вздовж умовного напрямку північ-південь та північний схід-південний захід. Проте напрям міграції птахів після зустрічі з Кременчуцьким водосховищем змінюється: восени поділяється Сульською затокою на два потоки, які спрямовуються береговою лінією водосховища в північно-західному та південно-східному напрямках; навесні – в північно-західному та південно-східному. Таким чином, основний напрямок міграції може змінюватись більш ніж на 90° .

Різниця в напрямках міграційних переміщень обумовлюється видовими особливостями найбільш чисельних видів. У пік осінньої та весняної міграції (I декада жовтня та III декада березня – I декада квітня) домінантні міграційні напрямки проявляються найкраще.

Ключові слова: напрямки міграції птахів, міграційний потік, Кременчуцьке водосховище.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Картина міграцій птахів у різних частинах такого великого регіону, яким є Україна, має свої специфічні особливості. Після утворення каскаду водосховищ шляхом затоплення долини річки Дніпро відбулися значні перетворення біоценозів. Руйнування унікальних біотопів не могло не вплинути на міграційні переміщення практично всіх видів. Передусім, це стосується дрібних горобцеподібних птахів, що мігрують в світлий час доби – для більшості з них акваторія водосховища небажана перепона на шляху, котру вони воліють облітати [3,4,5]. Аналіз літературних даних свідчить, що в Центральному Придніпров'ї були проведені лише фрагментарні дослідження міграції птахів в районі Канівського природного заповідника та Сульської затоки [1,2]. Залишаються не вивченими питання загальних закономірностей міграції птахів у районі водосховища, що обумовлює актуальність наших досліджень.

Методика

Основні дослідження були здійснені протягом 2010-2013 рр. Додатково був використаний матеріал, зібраний у 2006-2009 роках (26 виїздів на стаціонари).

На основі аналізу географічної характеристики водосховища для вивчення особливостей видимих міграцій нами були організовані сезонні стаціонари у різних його частинах, що охоплюють практично все водосховище. Основними стаціонарами були:

– Стаціонар № 1 «Чапаївка» – поблизу с. Чапаївка (Черкаська обл., Золотоніський район). Осінні спостереження протягом 2004 – 2013 рр. (кількість днів спостережень, n=47), весняні спостереження у 2012, 2013 рр. (n=9).

– Станіонар № 2 «Іркліїв» – поблизу смт Іркліїв (Черкаська обл., Чернобаївський район). Осінні спостереження у 2011, 2012 рр. (n=16).

– Станіонар № 3 «Жовнино» – район Сульської затоки, на мису поблизу с. Жовнино (Чернобаївський район). Осінні спостереження у 2011 р. (n=28).

– Станіонар № 4 «Градизьк» – смт Градизьк (Полтавська обл., Глобинський район). Осінні спостереження в 2012 р. (n=16) та весняні спостереження в 2013 р. (n=4).

– Станіонар № 5 «Черкаси» – околиці м. Черкаси (Черкаська обл.). Весняні спостереження в 2012, 2013 рр. (n=43) та осінні спостереження в 2012, 2013 рр. (n=17).

– Станіонар № 6 «Топилівка» – околиці с. Топилівка (Черкаський район). Весняні спостереження в 2011, 2012 рр. (n = 42) та осінні спостереження в 2012 р. (n=4)

– Станіонар № 7 «Стецівка» – околиці с. Стецівка (Черкаська обл., Чигиринський район). Весняні спостереження в 2012 р. (n=14).

Всього на станіонарах було проведено 240 днів спостережень, у тому числі в осінній період – 128 днів, у весняний – 112.

При роботі на станіонарах в основу наших досліджень була покладена методика вивчення видимих міграцій птахів, запропонована Е.В. Кумарі (Кумари, 1977). Методика Е.В. Кумарі була модифікована для території України М.А. Воїнственським і успішно застосовується багатьма дослідниками.

Основними періодами для аналізу були 30 хв. до сходу сонця та 4 години після нього. Також проводились спостереження за мігрантами на певній відстані від станіонарів для порівняння інтенсивності міграції та видового складу на різній відстані від водосховища. Зазвичай подібні спостереження велись на відстані 500 м від основного станіонару. Подібна відстань була не фіксована і залежала від рельєфних характеристик території дослідження, коливалась в межах 100-150 м.

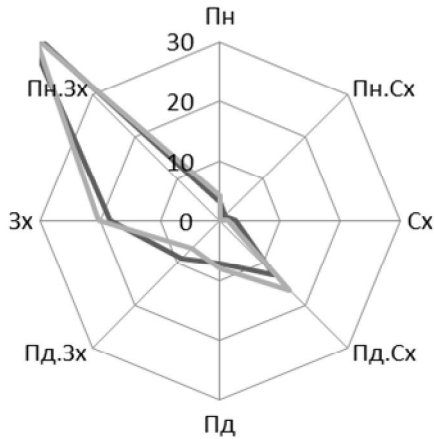
Для спостережень використовували бінокль БПЦ (15x50) та підзорну трубу Yukon 6-5x25\25-100x100. Для визначення напрямку міграції використовували стандартний компас та карти місцевості.

Результати та їх обговорення

Осіння міграція. У період осінніх досліджень 2006-2013 рр. у регіоні Центрального Придніпров'я на станіонарах нами відмічено проліт 188 570 ос. мігруючих птахів (кількість днів спостережень на станіонарах – n=136).

Станіонар № 1 «Чанаївка». Загальна кількість облікованих птахів протягом осінніх спостережень у 2004-2013 рр. склала 73 960 ос. протягом 47 днів спостережень. Максимальна кількість – 10 000 особин 1.10.2013. У середньому протягом ранкових годин обліковували 1 070 ос. на початку осінньої міграції (III декада серпня – II декада вересня, мах: 2 100 ос. 21.08.2013, n=19), 2 870 ос. – під час піку міграції (III декада вересня – II декада жовтня, n=16) та 770 ос. – в кінці міграційного періоду (III декада жовтня – II декада листопада, мах: 1 180 ос. 8.11.2013, n=12).

Домінантний напрямок міграції – північно-західний (43% особин під час ранкових годин, 45% – під час денних спостережень). Він формується переважно з горобцеподібних дерево-чагарникового комплексу, які складають 96% від загальної кількості птахів, що мігрують в цьому напрямкові. Частково птахи намагаються скоротити шлях і перетнути водосховище по острівних системах у його верхній частині, саме цим пояснюється високий відсоток птахів, котрі рухаються в західному напрямкові (20% у ранкові спостереження, 18% – під час денних спостережень). Видовий склад цього вектору руху практично не відрізняється від північно-західного напрямку і залежить головним чином від сприятливих погодних умов. Іншим потужним напрямком міграції в районі станіонару є південно-східний (16% птахів під час ранкових спостережень, 12% – під час денних спостережень). Він сформований



видами, котрі використовують водосховище як топографічну направляючу, та котрі рухаються вздовж нього в межах екологічного коридору (рис. 1).

Рис. 1. Міграційні напрямки птахів у районі стаціонару «Чапаївка». Чорним - відсоток від суми птахів, облікованих протягом світлого періоду доби; сірим - відсоток від суми птахів, облікованих протягом ранкових годин

Даний стаціонар характеризується досить високими показниками чисельності мігруючих птахів. Тут проходить верхня межа північно-західного потоку мігрантів, котрий формується з птахів, які оминають Кременчуцьке водосховище по його верхній межі. Діаграма (рис. 1) завдяки найбільшій кількості днів спостережень, найбільш повно відображає напрямки осінніх переміщень у верхній частині водосховища.

Стаціонар № 2 «Іркліїв». Загальна кількість облікованих птахів протягом осінніх сезонів 2011-2012 рр. склала 26 200 ос. (n=16). У середньому протягом ранкових годин пролітало 1 880 ос. птахів під час піку міграції (III декада вересня – II декада жовтня, n=7) та 870 ос. – у кінці міграційного періоду (III декада жовтня – II декада листопада, max: 3 100 ос. 23.10.2011, n=9).

У даному місці внаслідок особливостей ландшафту відбувається звуження міграційного потоку, тому виділяється лише два міграційних напрямки – північно-західний (78 % птахів під час денних спостережень) та південно-східний (11 % птахів під час денних спостережень). Подібне співвідношення спостерігається лише в період піку міграції, коли і проводились дослідження на цьому стаціонарі. Ймовірно, в більш ранні періоди осінньої міграції (III декада серпня – II декада вересня) за рахунок мігрантів, які використовують Кременчуцьке водосховище як екологічне русло чи його берег, або як направляючу лінію ландшафту, кількість птахів, що мігрують в південно-східному напрямку більша.

Висока чисельність мігрантів спостерігається лише в смузі 100 м від берегової лінії водосховища, що обумовлюється вузькою лінією деревних насаджень вздовж берега. Така ущільненість міграційного потоку найбільш яскраво спостерігалась під час піку міграції (5 800 ос. 10.09.2011), при міграції птахів дерево-чагарникового комплексу.

Стаціонар № 3 «Жовнино». Чисельність облікованих мігрантів, як і усереднені показники за добу, найменші в порівнянні зі стаціонарами № 1, 2 та 4, що пояснюється міграцією птахів переважно в північно-західному напрямку від Сульської затоки – в місцях, розташованих на північ від стаціонару. Значна ширина прибережних насаджень та складна топографія місцевості ускладнювали підрахунок мігрантів і визначення міграційних напрямків.

У результаті досліджень значних міграційних переміщень не виявлено (n=28). У цьому місці спостерігається лише один помітний напрямок видимої міграції – південно-східний. Птахи, що мігрують в цьому напрямку, використовують мис як направляючу лінію. На о. Жовнино було проведено 4 ранкових спостереження, виявлено лише один напрям руху – східний (98% птахів під час ранкових спостережень). Основними мігрантами по острівних системах у районі Сульської затоки були ластівки – 78,4% птахів.

Стаціонар № 4 «Градизьк». Загальна кількість птахів, нарахованих за час осінніх спостережень протягом 2012 рр. склала 33 000 ос. (max: 4 900 ос. 16.10.2012, n=16). У

середньому протягом ранкових годин пролітало 1 020 ос. птахів на початку осінньої міграції (III декада серпня – II декада вересня, max: 2 100 ос. 11.09.2012, n=4), 2 330 ос. – під час піку міграції (III декада вересня – II декада жовтня, n=8) та 1 170 ос. – в кінці міграційного періоду (III декада жовтня – II декада листопада, max: 3 100 ос. 2.11.2012, n=4). У цілому, ймовірно, загальний відсоток облікованих птахів, які переміщувалися у південно-східному напрямку, був би значно більшим, якби ми розпочали свої спостереження раніше, коли спостерігався пік міграції ластівок. Частина птахів рухаються у протилежному – північно-західному напрямку, що пояснюється кочовими переміщеннями (рис. 2).

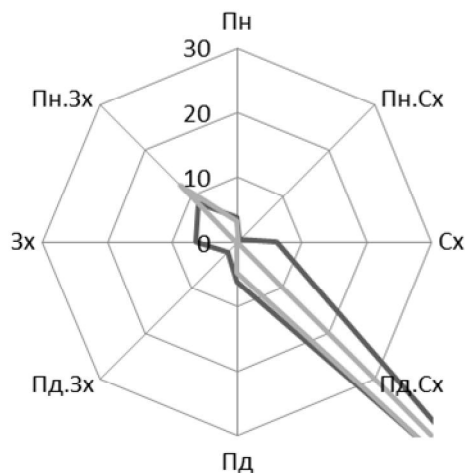


Рис. 2. Міграційні напрямки птахів у районі стаціонара «Градизьк». Чорним - відсоток від суми птахів, облікованих протягом світлого періоду доби; сірим - відсоток від суми птахів, облікованих протягом ранкових годин

Середня кількість мігруючих птахів за світлий період доби вища, ніж на стаціонарі № 1 «Чапаївка», це пояснюється більшою сумарною кількістю птахів, що оминають водосховище та Сульську затоку в нижній частині, а також птахів,

які мігрують, використовуючи водосховище як направляючу лінію ландшафту чи екологічне русло.

Для порівняння інтенсивності міграції та напрямків міграційних переміщень додатково були проведені спостереження в наступних місцях:

– Біля с. Кліщинці (Чорнобаївський район), район Сульської затоки (III декада вересня, n=5). Не дивлячись на те, що спостереження були проведені під час піку міграції, кількість мігруючих птахів була низькою (середні показники ранкової міграції – 310 ос).

– Берег водосховища на північний захід від смт Градизьк (III декада вересня 2009 р., n=3). Виявлена міграція в південно-східному напрямку, середні показники ранкової міграції – 2 800 птахів.

– Околиці міста Черкаси (епізодичні спостереження протягом 2010-2013 рр., n=17). Спостерігались незначні переміщення птахів, без ясно вираженого міграційного напрямку.

– Околиці с. Сагунівка (Черкаський район) (III декада вересня, 2012 р., n=4). Виражені переміщення птахів відсутні, виявлені лише кочівлі окремих видів у незначній кількості.

Весняна міграція. Протягом 2007-2013 рр. у регіоні Центрального Придніпров'я на стаціонарах навесні відмічено проліт 121 770 ос. мігруючих птахів (n=112).

Стаціонар № 5 «Черкаси». Загальна кількість облікованих птахів протягом весняних сезонів 2012-2013 рр. склала 20 700 ос. (n=43). У середньому під час ранкових годин на початку весняної міграції пролітало 230 птахів (III декада лютого – I декада березня, n=12), під час піку міграції – 450 (II декада березня – I декада квітня, max: 1 600 ос. 8.04.2013, n=19) та в кінці міграційного періоду – 130 (II декада квітня – I декада травня, n=12).

Основним напрямком міграції є північно-західний (44% птахів під час ранкових спостережень, 42% – під час денних спостережень), мігранти переміщувалися паралельно береговій лінії водосховища.

Потужним є також західний напрямок міграції, який формується, ймовірно, в обліт м. Черкаси (27% птахів під час ранкових спостережень, 25% під час денних спостережень) та північний і північно-східний напрямки (15% і 10% птахів протягом ранкових спостережень та 14% і 11% під час денних спостережень, відповідно). Подібні напрямки, ймовірно, обумовлюють вплив інфраструктури міста – частина птахів, оминаючи населений пункт, повертають у західному напрямку (попередньо притримуючись північно-західного напрямку). Оскільки частина птахів повертає в інших напрямках, не досягаючи точки наших спостережень, вони збільшують ширину потоку та їх чисельність в зоні спостережень на стаціонарі різко падає (в порівнянні із стаціонаром № 6 «Топилівка») (рис. 3).

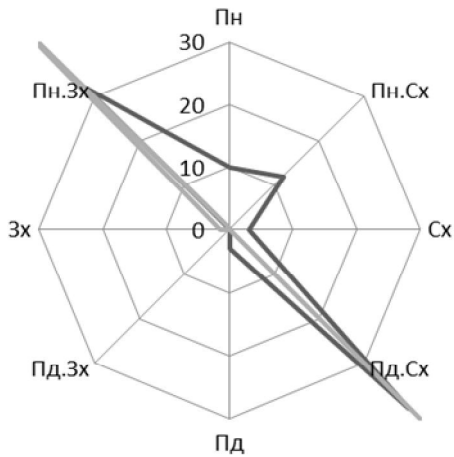


Рис. 3. Міграційні напрямки птахів в районі стаціонару «Черкаси». Чорним - відсоток від суми птахів, облікованих протягом світлого періоду доби; сірим - відсоток від суми птахів, облікованих протягом ранкових обліків

стаціонар № 6 «Топилівка». Загальна кількість облікованих птахів протягом весняних сезонів 2011 – 2012 р. склала 61 760 ос. (n=42). У середньому за добу пролітало 748 птахів на початку міграції (III декада лютого – II декада березня, max: 1500 ос. 12.03.2011, n=16), 2 300 – під час піку міграції (III декада березня – II декада квітня, max: 14 200 ос. 1.04.2011, n=18) та 430 – в кінці міграційного періоду (III декада квітня – I декада травня, n=8).

Напрямок міграції визначається орієнтацією берегової лінії – птахи мігрують паралельно їй у північно-західному та південно-східному напрямках. Зазвичай формується один міграційний потік у північно-західному напрямку (55% птахів протягом ранкових спостережень, 32% під час денних спостережень) (рис. 4). В окремі дні спостерігали значні переміщення птахів у південно-східному напрямку (42% під час ранкових спостережень), що, пояснюється, головним чином, зміною погодних умов (в першу чергу, напрямку вітру).

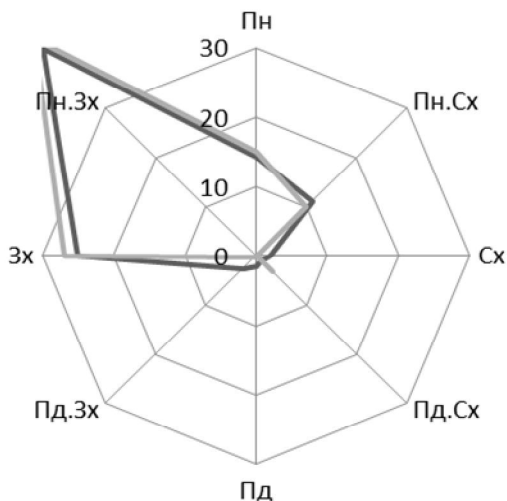


Рис. 4. Міграційні напрямки птахів в районі стаціонару «Топилівка». Чорним – відсоток від суми птахів, облікованих протягом світлого періоду доби; сірим – відсоток від суми птахів, облікованих протягом ранкових годин

Значний відсоток птахів, котрі рухались в південно-східному напрямку можна пояснити тим, що протягом 2011 р. у кінці III декади березня та в I декаді квітня після значної затримки міграції (через несприятливі погодні умови) спостерігали масову міграцію птахів у цьому напрямку (01.04.2011 – 14200 ос. птахів було нараховано протягом ранкових годин).

Загалом стаціонар характеризується досить вузьким міграційним потоком горобцеподібних дерево-чагарникового комплексу. Це можна пояснити вузькою

смугою прибережних насаджень та довгою рівною береговою лінією, що в умовах максимальної ширини водосховища створює значну концентрацію мігруючих птахів.

Стаціонар № 7 «Стецівка». Загальна кількість облікованих птахів протягом весняного сезону 2012 р. склала 18 900 ос. ($n=14$), у середньому за добу пролітало 1 700 птахів під час піку міграції (III декада березня – II декада квітня, max: 3 900 ос. 4.04.2012, $n=9$) та 286 ос. – в кінці міграційного періоду (III декада квітня – I декада травня, $n=5$).

Ранкова міграція має виражену спрямованість міграційного потоку в північно-західному напрямку (62% птахів під час ранкових спостережень). Проте якщо брати до уваги птахів, що мігрують протягом дня, спостерігається зменшення значення північно-західного напрямку до 42%. Це пояснюється активними переміщеннями гідрофільних видів у північному (14% птахів протягом денних спостережень) та південно-східному (15% під час денних спостережень) напрямках (рис. 5).

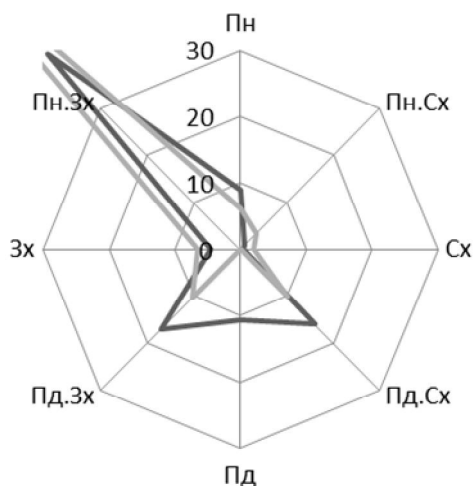


Рис. 5. Міграційні напрямки птахів в районі стаціонару № 7 «Стецівка». Чорним – відсоток від суми птахів, облікованих протягом світлого періоду доби; сірим – відсоток від суми птахів, облікованих протягом ранкових годин

Стаціонар знаходиться в нижній частині водосховища, тому чисельність мігрантів невелика. Головним чином це пояснюється лише початковим етапом формування міграційного потоку птахів дерево-чагарникового комплексу вздовж берега водосховища.

Для порівняння інтенсивності та напрямків міграційних переміщень птахів, крім основних стаціонарів, навесні проводились також спостереження в інших місцях:

– Липівський орнітологічний заказник (епізодичні спостереження протягом 2011-2013 рр., $n=9$). Виявлені переміщення незначної кількості птахів у північно-західному напрямку.

– смт Градизьк (II декада березня 2013 р., $n=4$). Виявлені не чисельні переміщення птахів у північно-західному напрямку.

Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено наступне. Збільшення інтенсивності та масовості міграції вздовж берега водосховища та їх спадання по мірі віддалення від нього, дозволяє стверджувати факт формування міграційних потоків вздовж берегових ліній водосховища. Встановлено, що в районі водосховища проходить широкофронтальна міграція птахів вздовж умовного напрямку північ – південь та північний схід – південний захід. Проте напрям міграції птахів після зустрічі з Кременчуцьким водосховищем змінюється: восени поділяється Сульською затокою на два потоки, які спрямовуються береговою лінією водосховища в північно-західному та південно-східному напрямках; навесні – на північно-західний та південно-східний. Таким чином, основний напрямок міграції може змінюватись більш ніж на 90° .

Різниця в напрямках міграційних переміщень обумовлюється видовими особливостями найбільш чисельних видів. У пік осінньої та весняної міграції домінують міграційні напрямки проявляються найкраще (I декада жовтня та III декада березня – I декада квітня).

Література

1. Грищенко В. М. Орнітологічні дослідження в Канівському заповіднику / В. М. Грищенко // Заповідна справа в Україні. – 2008. – Т. 14, вип. 2. – С. 19–22.
2. Клестов Н. Л. Сульський залив Кременчугського водохранилища / Н. Л. Клестов, Г. Г. Гавриць, Андриєвська Е. Л. - К., 1995. - 47 с.
3. Клестов Н. Л. Орнітофауна Середнього Дніпра и ее изменение под влиянием гидростроительства: автореф. дис. ... к.б.н. - К., 1983. - 26 с.
4. Полуда А.М. Значення району Кременчуцького водосховища на Дніпрі для мігруючих птахів (аналіз результатів кільцювання птахів) / А.М. Полуда., О.В. Ілюха // Збірник праць Зоологічного музею. - 2012. - Вип.43. – 78-92.
5. Полуда А.М. Общая характеристика видимых сезонных миграций птиц в районе Киевского водохранилища / А.М. Полуда // Сезонные миграции птиц на территории Украины. – 1992. - С. 24–53.

Аннотация. *Илюха А.В. Пространственные и количественные закономерности миграции птиц в регионе Кременчугского водохранилища в светлое время суток. Образование каскада водохранилищ путем затопления долины реки Днепр повлияло на миграционные перемещения практически всех видов. Проведенная оценка изменений миграционных направлений показала, что для большинства птиц создание каскада водохранилищ внесло существенные изменения в их миграционные пути, сформировав вдоль берегов водохранилищ «миграционные потоки». Прежде всего, это касается мелких воробьиных птиц, мигрирующих в светлое время суток. Для большинства из них акватория водохранилища – нежелательна преграда на пути, которую они предпочитают облетать. Увеличение интенсивности и массовости миграции вдоль берега водохранилища и их падение по мере удаления от него, позволяет утверждать факт формирования миграционных потоков вдоль береговых линий водохранилища. Установлено, что в районе водохранилища проходит широкофронтальная миграция птиц вдоль условного направления север – юг и северо-восток – юго-запад. Однако направление миграции птиц после встречи с Кременчугским водохранилищем меняется: делится Сульским заливом на два потока, которые направляются береговой линией водохранилища в северо-западном и юго-восточном направлениях; весной – в северо-западном и юго-восточном. Таким образом, основное направление миграции может меняться более чем на 90°.*

Разница в направлениях миграционных перемещений обуславливается видовыми особенностями наиболее многочисленных видов. В пик осенней и весенней миграции (II декада октября и III декада марта – II декада апреля) доминантные миграционные направления проявляются лучше.

Ключевые слова: *направления миграции птиц, миграционный поток, Кременчугское водохранилище.*

Summary. *Iliuha O.V. Spacious and quantitative regularities of bird migration in the region of Kremenchuk reservoir in the daytime. The formation of reservoir cascade by flooding Dnieper river valley affects the migratory movement of practically all the species. The assessment of changes in migration direction shows that the formation of reservoir cascade makes significant changes in migration routes of most birds, forming “migration routes” along the reservoir banks. First of all, it concerns small Passeriformes birds migrating in the daytime. The reservoir water area is undesirable obstacle in the way for most of them that they prefer to fly round. The increase of intensity and mass migration along the shore of the reservoir and their decrease at the distance away allows to suggest the fact of forming migration flows along the shoreline of the reservoir. Widely-front bird migration is found in the area of reservoir along the conditional direction of the north-south and the northern east – southern west. However, the direction of bird migration changes after Kremenchuk reservoir: in autumn, it is divided into two flows by Sula bay; they are directed to the north-west and south-east direction by the shore line; in spring – to the north-west and south-east direction. Thus, the main direction of the migration may vary by more than 90°.*

The difference in the directions of migration movements is stipulated by species features of the most numerous species. Dominant migration directions are found in the peak of autumn and spring migration (I decade of October and III decade of April – I decade of April).

Key words: migration direction, migration routes, Kremenchuk reservoir.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією 20.11.2014
Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 595.792:595.752 (292.485:477)

О. Г. Зубенко

ДО ВИВЧЕННЯ АФІДІЇД (HYMENOPTERA: APHIDIIDAE) НА ТЕРИТОРІЇ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

На території Центрального Лісостепу України за результатами зборів 2010-2013 р. виявлено 29 видів афідіїд (Hymenoptera: Aphidiidae) з 9 родів, які є первинними паразитами попелиць. За кількістю видів домінує рід *Aphidius* – 13 видів. Під *Lysiphlebus* представлений 5 видами, *Vinodoxys* та *Praon* – по 3 види. Роди *Adialytus*, *Diaeretiella*, *Ephedrus*, *Lipolexis*, *Trioxys* представлені одним видом кожний.

Види *Aphidius megourae* Starý, *A. phalangomyzi* Starý, *Praon necans* Mackauer, *Trioxys tanaceticola* Starý в досліджуваному регіоні виявлені вперше.

Ключові слова: *Aphidiidae*, паразити попелиць, Центральный Лісостеп України.

Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій. Одними з небезпечних шкідників сільськогосподарських культур в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України є попелиці (Aphididae) [3]. Протягом вегетації злакових, олійних та овочевих культур попелиці заселяють майже 30%, а в осередках – 50-70%, подекуди до 100% рослин у кількості 5-18, максимально 30-60 особин на рослину. Хоча розвиток цих шкідників стримується природними чинниками (погодні умови, діяльність ентомофагів, ентомофторові захворювання тощо), їхня чисельність у ценозах культурних рослин інколи є доволі високою [7].

Афідофаги регулюють чисельність попелиць, що створює передумови розвитку біологічного методу боротьби із цією групою шкідників. До розробки критеріїв ефективності афідофагів ми підходимо з урахуванням знання їх видового складу, біологічних і біоценотичних характеристик, динаміки чисельності як самих попелиць, так і їх ентомофагів [5]. До групи спеціалізованих консументів попелиць належать паразитичні комахи (Hymenoptera, Aphidiidae), що відіграють помітну роль у регуляції їх чисельності у природних ценозах [4].

До недавнього часу афідіїди були мало вивчені і досі досліджені нерівномірно. Спеціальні дослідження афідіїд на території Центрального Лісостепу України до 2008 р. не проводились [8]. За даними М. О. Калюжної (2010) окремі відомості про афідіїд України є в роботах Іванова П. (1896, 1925), Білановського І.Д. (1938), Теленги Н.А. (1948, 1950), Федотової К.М., Ряховського В.В. (1954), Стари П. (1961, 1962), Адашкевич Б. П. (1971), Берест З.Л. (1980). У цих публікаціях увага в основному зосереджується на прикладних аспектах використання окремих видів афідіїд та інших комах-ентомофагів у біологічному методі боротьби з попелицями [1, 9]. Є роботи узагальнюючого характеру з відомостями про видовий склад, поширення та трофічні зв'язки афідіїд фауни колишнього СРСР (Starý, 1965; Ахвледиани, 1983, Тобиас, Кириак, 1986) [2]. У 1990-х роках дані про афідіїд зустрічаються в регіональних описах біорізноманіття (Зерова та ін, 1996; Мовчан, 1997). Дані про видове різноманіття афідіїд у природних стаціях на території Центрального Лісостепу частково наведені в роботах Калюжної М. О. (2010, 2013) та Калюжної М. О., Зубенко О. Г. (2013) [6].

Мета статті – дослідження афідіїд на території Центрального Лісостепу України.

Методика

Матеріалом для дослідження слугували збори афідофагів на території Центрального Лісостепу протягом 2010-2013 р. (рис. 1). Для дослідження було обрано одинадцять основних місць збору: 1) заплавні луки – відкрита ділянка низького травостою з домінуванням злаків, між річкою і хвойним лісом. Ділянка добре

освітлюється сонцем, підпадає під постійний помірний антропогенний вплив; 2) екотон між листяним лісом та ділянкою суходільних луків. Ростуть злаково-бобові трави, місцями чагарники; 3) низинні луки – волога низина, що вкрита злаковими, осоковими та зрідка бобовими і зонтичними рослинами. Зустрічаються поодинокі чагарники; 4) переліг, густо вкритий багаторічними високими травами із домінуванням полинів, деревію, королиці, злинки та звіробою. Нижній ярус представлений негустим різнотрав'ям; 5) негустий переліг, де домінує осот польовий та еспарцет; 6) негустий переліг на піщаних ґрунтах, де домінує молочай кипарисоподібний; 7) відкритий схил балки, добре освітлюється сонцем, вкритий бобово-злаковим різнотрав'ям; 8) схил балки в густій тіні дерев, вкритий незначним шаром опалого листя та злаково-бобовими рослинами, поодинокі зустрічаються чагарники; 9) відкритий крутий схил балки, добре освітлюється сонцем, вкритий ковилово-злаковою рослинністю; 10) відкрита ділянка травостою з рослинністю суходільних луків. Ділянка добре освітлюється сонцем і піддається помірному антропогенному навантаженню; 11) екотон між агроценозом та відкритою прилеглою територією, добре освітлена ділянка із переважанням рослин з родини складноцвіті.

Імаго афідід збирали методом виведення із заражених попелиць-хазяїв за загальноприйнятою методикою [10]. Загалом було зібрано 2023 екземплярів афідід.

Польові дослідження супроводжувалися вивченням видового складу попелиць та їх ентомофагів у природних стаціях, а також видового складу флори, з рослинами якої трофічно пов'язані попелиці. У визначенні видового складу попелиць допомогу надавав к.б.н. В. В. Журавльов, афідід визначали М. О. Калюжна та к.б.н. А. Г. Котенко (Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України). У визначенні видового складу флори допомогу надала к.б.н., доц. В. В. Осипенко (ІНІ природничих наук, Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького).

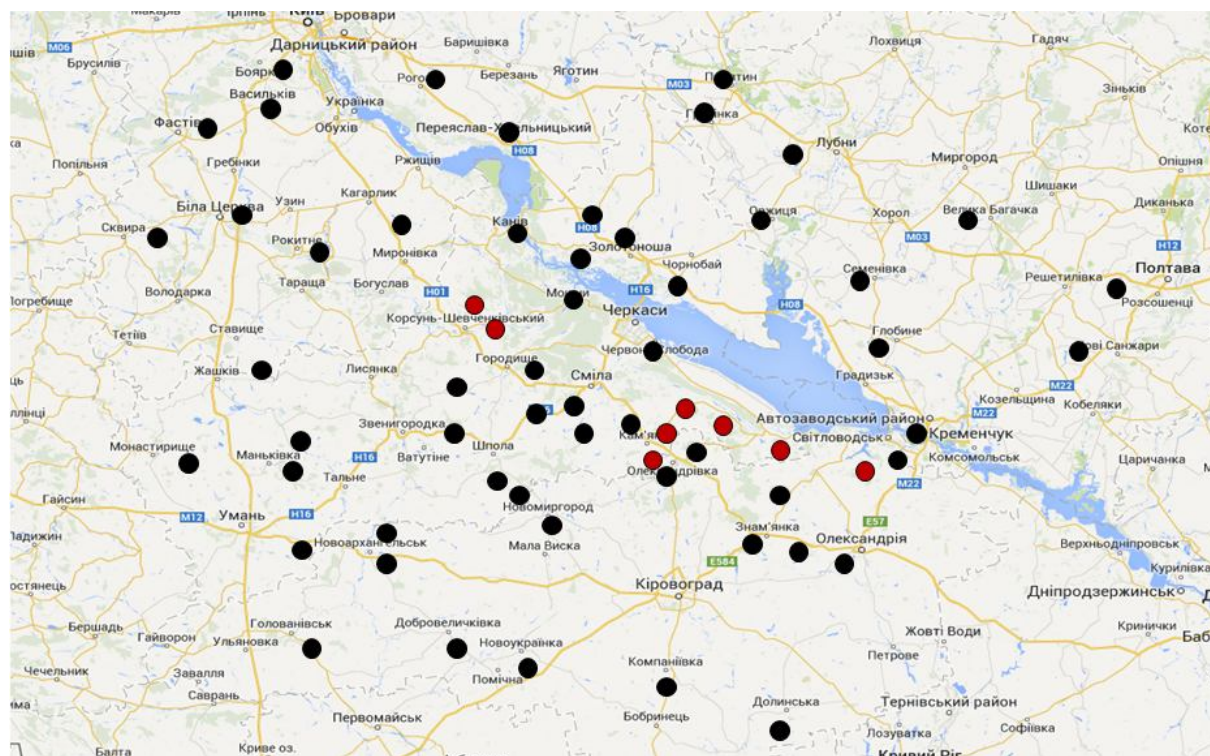


Рис. 1. Місця збору матеріалу

Результати та їх обговорення

На території Центрального Лісостепу України із 86 видів попелиць нами було виведено 29 видів афідіїд (Hymenoptera: Aphidiidae) з 9 родів. Види *Aphidius megourae* Starý, *A. phalangomyzi* Starý, *Praon necans* Mackauer, *Trioxys tanaceticola* Starý в досліджуваному регіоні виявлені вперше.

Видовий список афідіїд (Hymenoptera: Aphidiidae) та їх хазяїв на території Центрального Лісостепу України

Підродина Ephedrinae

Ephedrus plagiator (Nees, 1811) – на *Sitobion avenae* (F.)

Підродина Prainaе

Praon flavinode (Haliday, 1833) – на *Macrosiphoniella absinthii* (L.), *M. millefolii* (De Geer), *M. tanacetaria* (Kalt.)

Praon necans Mackauer, 1959 – на *Rhopalosiphum nymphaeae* (L.)

Praon volucre (Haliday, 1833) – на *Brachycaudus cardui* (L.), *Hyalopterus pruni* (Geoff.), *Metopeurum fuscoviridae* Stroyan

Підродина Aphidiinae

Adialytus ambiguus (Haliday, 1834) – на *Aphis fabae* Scop.

Aphidius absinthii Marshall, 1896 – на *Macrosiphoniella absinthii* (L.), *M. artemisiae* (B. d F.), *M. oblonga* (Mordv.), *Uroleucon jaceae* (L.), *U. sonchi* (L.)

Aphidius avenae Haliday, 1834 – на *Sitobion avenae* (F.)

Aphidius ervi Haliday, 1834 – на *Aphis fabae* Scop., *Acyrtosiphon malvae* (Mos.), *Sitobion avenae* (F.)

Aphidius funebris Mackauer, 1961 – на *Uroleucon cichorii* (Koch), *U. jaceae* (L.), *U. sonchi* (L.)

Aphidius matricariae Haliday, 1834 – на *Brachycaudus cardui* (L.)

Aphidius megourae Starý, 1965 – на *Megoura viciae* Buckt.

Aphidius phalangomyzi Starý, 1963 – на *Macrosiphoniella oblonga* (Mordv.)

Aphidius rhopalosiphi de Stefani-Perez, 1902 – на *Capitophorus carduinus* (Walk.), *Sitobion avenae* (F.), *Schizaphis graminum* (Rond.)

Aphidius sonchi Marshall, 1896 – на *Hyperomyzus lactucae* (L.)

Aphidius tanacetarius Mackauer, 1962 – на *Macrosiphoniella tanacetaria* (Kalt.)

Aphidius urticae Haliday, 1834 – на *Macrosiphoniella artemisiae* (B. d F.)

Aphidius uzbekistanicus Luzhetskii, 1960 – на *Metopolophium dirhodum* (Walk.)

Aphidius sp. – на *Metopeurum fuscoviridae* Stroyan

Diaeretiella rapae (M'Intosh, 1855) – на *Brevicoryne brassicae* (L.)

Lysiphlebus cardui (Marshall, 1896) – на *Aphis fabae* Scop., *A. jacobaeae* Schrank, *Brachycaudus cardui* (L.), *B. tragopogonis* (Kalt.), *Capitophorus carduinus* (Walk.), *Macrosiphoniella sanborni* (Gill.), *Metopeurum fuscoviridae* Stroyan, *Uroleucon sonchi* (L.), *Xerobion cinae* (Nev.)

Lysiphlebus confusus Tremblay et Eady, 1978 – на *Aphis craccae* L., *A. craccivora* Koch, *A. fabae* Scop., *Brachycaudus tragopogonis* (Kalt.), *B. cardui* (L.), *Cirsia acathoides* Scop., *Capitophorus carduinus* (Walk.), *Macrosiphoniella sanborni* (Gill.), *Metopeurum fuscoviridae* Stroyan, *Uroleucon sonchi* (L.), *U. jaceae* (L.), *Xerobion cinae* (Nev.)

Lysiphlebus fabarum (Marshall, 1896) – на *Acyrtosiphon pisum* (Harr.), *Acyrtosiphon* sp., *Aphis affinis* Del Guerc., *A. craccae* L., *A. craccivora* Koch, *A. fabae* Scop., *A. fabae evonymi* (F.), *A. hieracii* Schrank, *A. gossypii* Glov., *A. grossulariae* Kalt., *A. intybi* Koch, *A. rumicis* L., *A. sambuci* L., *A. salviae* Walk., *A. scabiosae* Schrank, *A. symphyti* Schrank, *A. plantaginis* Goeze, *A. urticata* Gmelin, *A. valerianae* Cowen, *A. verbasci* Schrank, *Aphis* sp., *Brachycaudus tragopogonis* (Kalt.), *B. cardui* (L.), *B. helychrysi*

(Kalt.), *B. lychnidis* (L.), *B. populi* (Del Guer.), *Brevicoryne brassicae* (L.), *Capitophorus carduinus* (Walk.), *Cirsia acathoides* Scop., *Coloradoa tanacetina* Walk., *Macrosiphoniella millefolii* (De Geer), *M. sanborni* (Gill.), *Macrosiphum albifrons* Essig, *Metopeurum fuscoviridae* Stroyan, *Rhopalosiphum nymphaeae* (L.), *Uroleucon achilleae* (Koch.), *U. obscurum* (Koch.), *U. jaceae* (L.), *U. taraxaci* (Kalt.), *U. solidaginis* (F.), *U. sonchi* (L.), *Sitobion avenae* (F.), *Schizaphis graminum* (Rond.), *Xerobion cinae* (Nev.)

***Lysiphlebus fritzmuelleri* Mackauer, 1960** – на *Aphis craccae* L.

***Lysiphlebus* sp.** – на *Aphis fabae* Scop.

Підродина Триохунае

***Binodoxys acalephae* (Marshall, 1896)** – на *Aphis craccae* L., *A. craccivora* Koch

***Binodoxys angelicae* (Haliday, 1833)** – на *Aphis craccae* L., *A. craccivora* Koch

***Binodoxys centaureae* (Haliday, 1833)** – на *Uroleucon cichorii* (Koch)

***Trioxyus tanaceticola* Starý, 1971** – на *Metopeurum fuscoviridae* Stroyan

***Lipolexis gracilis* Förster, 1862** – на *Aphis craccivora* Koch, *A. fabae* Scop.

Серед афідіїд за кількістю видів виділяється рід *Aphidius*, що нараховує 13 видів. Рід *Lysiphlebus* представлений 5 видами, *Binodoxys* та *Praon* – по 3 види. Роди *Adialytus*, *Diaeretiella*, *Ephedrus*, *Lipolexis*, *Trioxyus* представлені одним видом кожний.

Для багатьох афідіїд характерна біотопічна приуроченість, яка визначається в основному трофічною спеціалізацією попелиць-хазяїв (Давидьян, 2007). Види *Adialytus*, *Lysiphlebus*, *Lipolexis*, *Diaeretiella* розвиваються на попелицях на трав'янистих рослинах луків і полів. Окремі представники *Praon* та *Ephedrus* паразитують на попелицях водних, або навколоводних рослин.

Ступінь зараження паразитами їх хазяїв неоднаковий. Серед виявлених видів первинних паразитів найбільшою ефективністю (заражають значну кількість видів попелиць) вирізняються 7 видів: *Lysiphlebus confusus* найвищий відсоток зараження відмічали в колонії *Aphis craccivora* на *Eryngium campestre* (с. Мельники, Чигиринський район, Черкаська область, 15.07.2010), *L. cardui* переважає у колоніях *Brachycaudus cardui* (L.) Окремі колонії на *Cirsium arvense* були заражені на 63-67% (с. Бірки, Олександрівський район, Кіровоградська область, 25.07.2010), *L. fabarum* найвищий відсоток зараження показав у колоніях *Aphis craccivora* на *Onobrychis vicifolia* та *Medicago sativa*. Відсоток зараження становив 85-92%. Траплялися окремі колонії, коли відсоток зараження становив 98% (с. Мельники, Чигиринський район, 6.07.2012). *Aphidius absinthii* найбільш ефективний у знищенні *Macrosiphoniella absinthii*. Сильне зараження колоній відмічали на *Artemisia absinthium* (с. Медведівка, Чигиринський район, 30.06.2012). Відсоток зараження в окремих колоніях становив 87%, *Aphidius funebris* найбільший відсоток зараження 72% відмічали у колоніях *Uroleucon cichorii* (с. Мельники, Чигиринський район, 15.06.2013). *Praon volucre* найбільш ефективний у знищенні *Hyalopterus pruni* на *Phragmites communis*, відсоток зараження становив 48% (с. Дабівка, Корсунь-Шевченківський район, Черкаська область, 27.06.2012).

Висновки

На території Центрального Лісостепу України виявлено 29 видів афідіїд (Hymenoptera: Aphidiidae) з 9 родів, які є первинними паразитами попелиць. Види *Aphidius megourae* Starý, *A. phalangomyzi* Starý, *Praon necans* Mackauer, *Trioxyus tanaceticola* Starý в досліджуваному регіоні виявлені вперше. Серед афідіїд за кількістю видів виділяється рід *Aphidius*, що нараховує 13 видів. Рід *Lysiphlebus* представлений 5 видами, *Binodoxys* та *Praon* – по 3 види. Роди *Adialytus*, *Diaeretiella*, *Ephedrus*, *Lipolexis*, *Trioxyus* представлені одним видом кожний. Отримані дані носять попередній характер. Ймовірно, що подальші дослідження розширять уявлення про різноманіття афідіїд цього регіону.

Література

1. Адашкевич Б. П. Массовое разведение гороховой тли (*Acyrtosiphon pisum* Harr.) и ее паразитов (Hymenoptera: Aphidiidae) / Б. П. Адашкевич, Н. А. Попов // Биологическая защита плодовых и овощных культур. Кишинев. — 1971. — С. 6–7.
2. Берест З. Л. Энтомофаги, регулирующие численность листовых злаковых тлей на полях пшеницы степной зоны Правобережья УССР / З. Л. Берест // Вестник зоологии. — 1980. — № 5. — С. 84–87.
3. Божко М. П. Тли кормовых растений / М. П. Божко. — Харьков : Вища школа, 1976. — 136 с.
4. Давидьян Е. М. Сем. Aphidiidae // Определитель насекомых Дальнего Востока России / А. С. Лелей. — Т. 4. Сетчатокрылообразные, скорпионницы, перепончатокрылые. Ч. 5. — Владивосток : Дальнаука, 2007. — С. 192–255.
5. Воронин К. Е. Эффективность природных популяций энтомофагов тлей на зерновых культурах / К. Е. Воронин, Г. А. Пукинская, А. И. Лахидов // Биоценологическое обоснование критериев эффективности природных энтомофагов. Сборн. научн. трудов ВИЗР. — Л., 1983. — С. 31–43.
6. Kaliuzhna M. O. Aphidiid wasps (Hymenoptera, Aphidiidae) parasitizing aphids on herbaceous legumes (Fabaceae) in the Central Wood-and-Steppe Zone of Ukraine / M. O. Kaliuzhna, O. G. Zubenko // Vestnik Zoologii. — 2013. — Т. 47, № 5. — P. 395–407.
7. Кирияк И. Г. Возможности снижения численности паразитов хищников тлей на озимой пшенице / И. Г. Кирияк // Фауна и экология энтомофагов. — Кишинев : Штиинца, 1982. — С. 42–50.
8. Маринич О. М. Фізична географія України / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. — К. : Знання, 2005. — С. 259–263.
9. Теленга Н. А. К вопросу об использовании паразитов семейства Aphidiidae в борьбе с мигрирующими тлями / Н. А. Теленга // Науч. тр. ин-т энтомологии и фитопатологии АН УССР. — 1950. — Вып. 2. — С. 199–209.
10. Starý P. Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control / E. Schimitschek. — The Hague : W. Junk, 1970. — 643 p. — (Ser. entomologica ; Vol. 6).

Аннотация. *Зубенко О. Г. Видовое разнообразие афидиид (Hymenoptera: Aphidiidae) паразитов тлей на территории Центральной Лесостепи Украины. На территории Центральной Лесостепи Украины по результатам сборов 2010-2013 г. обнаружено 29 видов афидиид (Hymenoptera: Aphidiidae) из 9 родов. По количеству видов доминирует род Aphidius – 13 видов. Род Lysiphlebus представлен 5 видами, Binodoxys и Praon – по 3 вида. Виды Aphidius megourae Starý, A. phalangomyzi Starý, Praon necans Mackauer, Trioxyx tanaceticola Starý в исследуемом регионе обнаружены впервые.*

Ключевые слова: *Aphidiidae, паразиты тлей, Центральная Лесостепь Украины.*

Summary. *Zubenko O. G. Species diversity of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) on the territory of Central Forest-steppe of Ukraine. As a result of material collection in 2010-2013 on the territory of Central Forest-steppe of Ukraine 29 aphidiid species (Hymenoptera: Aphidiidae) from 9 genera were found. In investigated region Aphidius megourae Starý, A. phalangomyzi Starý, Praon necans Mackauer, Trioxyx tanaceticola Starý are recorded for the first time.*

Among identified aphidiids the largest number of species belongs to the genus Aphidius (13 species); genus Lysiphlebus is represented by 5 species; Binodoxys and Praon – by 3 species each, genera Adialytus, Diaeretiella, Ephedrus, Lipolexis, Trioxyx – by one species each.

Many aphidiids have habitat preferences, which are mainly determined by trophic specialization of hosts. Species of Adialytus, Lysiphlebus, Lipolexis, Diaeretiella most frequently infest aphids on herbaceous plants, meadows and fields; some species of Praon and Ephedrus are parasites of aphids on aquatic and semiaquatic plants.

Among the identified species of primary parasites, 7 species are found to be most effective: Aphidius absinthii, A. funebris, A. ervi, Lysiphlebus confusus, L. cardui, L. fabarum, Praon volucre.

Keywords: *Aphidiidae, aphid parasites, Central Forest-steppe of Ukraine.*

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією 11.11.2014
 Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 598. 2: 502. 743(477. 53+46)

М.Л. Клестов¹, Г.Г. Гаврись¹, О.Л. Андрієвська²

РІДКІСНІ ТА ЗНИКАЮЧІ ПТАХИ ПОНИЗЗЯ РІЧКИ СУЛИ

В основу роботи покладено оригінальні матеріали, зібрані у пониззі річки Сули (Черкаська та Полтавська області) під час польових досліджень (1979 – 1992 рр.; 2009 – 2010 рр.). Дослідження здійснювались протягом всього року – вивчались сезонні перельоти, гніздування та зимівля птахів.

У статті представлені результати багаторічного вивчення 30 видів рідкісних та зникаючих птахів регіону. Наведено видові нариси, що містять дані щодо їх біології, динаміці чисельності, а також визначення природоохоронного статусу.

Проведено порівняльний аналіз змін стану раритетних видів на різних етапах становлення орнітофауни Сульської затоки Кременчуцького водосховища.

Дослідження показали, що найбільш суттєво на населення рідкісних птахів регіону вплинуло погіршення умов розмноження та трофічної ємності угідь, що стало наслідком як природних процесів (сукцесій), так і змін у господарському використанні території затоки. Встановлено негативний вплив на окремі види процесів заболочення та заростання вищою надводною рослинністю мілководних зон. Підтверджено, що припинення випасання худоби та сінокосіння на островах погіршує умови розмноження більшості птахів, які гніздяться на землі (кулики, мартини та інші). Разом з тим, пониззя Сули залишаються надзвичайно важливим місцем підтримання різноманіття рідкісних орнітокомплексів у різні сезони року.

Ключові слова: пониззя річки Сули, Кременчуцьке водосховище, Сульська затока, водно-болотні угіддя, рідкісні та зникаючі птахи, раритетна складова, орнітофауна.

Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій. У результаті створення в 1961 році Кременчуцького водосховища, пониззя річки Сули зазнало значних змін – підтоплення її гирлової частини призвело до затоплення русла, заплави, а також окремих ділянок надзаплавних терас. Внаслідок цього сформувалась значна за площею затока з різноманітними біотопічними умовами, сприятливими для мешкання птахів у всі сезони року.

У нижній частині затоки з'явилися великі відкриті плеса та острова-останці значних розмірів (Галицький, Петренки, Кулішівка, Жовнино), з яких три останні є залісненими. У середній частині затоки на значній площі розвинулись зарості вищої надводної рослинності (очерет, рогіз тощо). Тут також наявна система островів (Романів горб, Дубина, Коханівка, Лящівка, Хатнища, Чубарове, Високе тощо), які проте значно поступаються за розмірами островам-останцям у нижній частині Сульської затоки; більша частина території цих островів заліснена. Окремі прибережні ділянки середньої частини затоки заболочені. Верхня частина Сульської затоки значною мірою зберегла річковий характер. Тут великі площі займають луки з ознаками засолення, трапляються заплавні озера та стариці.

Згідно фізико-географічного районування України [2], Сульська затока знаходиться в межах Південної лісостепової області Дніпровської терасової рівнини на межі з Північною лісостеповою областю Дніпровської терасової рівнини. Межа між фізико-географічними областями пролягає по високому правому борту Сули. Частина Південної лісостепової області Дніпровської терасової рівнини, в якій знаходиться територія затоки, належить до Оболенсько-Градизького району.

Згідно зоогеографічного районування України [6], Сульська затока належить до Бореальної Європейсько-Сибірської підобласті, Східноєвропейського округу, району мішаного, листяного лісу та лісостепу, ділянки Східноєвропейського листяного лісу та лісостепу, Лівобережної підділянки.

Наразі Сульська затока є важливим водно-болотним угіддям України з високим видовим різноманіттям птахів у всі сезони року, особливо у періоди розмноження та міграцій. Це стало однією із причин віднесення затоки до складу ключових орнітологічних територій України (ІВА), яка зареєстрована за № 23 «Сульська затока».

Найбільше багатство орнітокомплексів регіону відмічене на перших етапах становлення природних умов водосховища (1960-1980-ті роки), що, в першу чергу, відносилось до гідрофільних видів птахів.

Не дивлячись на велике значення Сульської затоки для збереження орнітофауни, існує невелика кількість робіт, присвячених птахам цього району. Основними з них є узагальнюючі роботи авторів статті [3-5].

Методика

В основу цієї роботи покладені оригінальні матеріали, зібрані під час експедиційних виїздів у 1979–1992 та 2009–2010 роках. Польові дослідження здійснювались за загальноприйнятими методиками протягом усіх сезонів року – вивчались сезонні перельоти, гніздування та зимівля птахів.

Регулярне вивчення орнітофауни пониззя річки Сули розпочалося з кінця 1970-х років зі створенням орнітологічного стаціонару Інституту зоології в с. Лящівка Чорнобаївського району Черкаської області (сучасна територія національного природного парку «Нижньосульський»), який функціонував протягом 6 років. На стаціонарі дослідження проводились цілорічно з охопленням території всієї Сульської затоки. В узагальненому вигляді результати цих досліджень знайшли відображення у декількох роботах [3-5].

У подальшому до 2008 року спостереження в регіоні проводились авторами спорадично. У 2009-2010 рр. М.Л. Клестов виконував планову тему Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України «Вплив змін господарювання останніх десятиліть на формування орнітокомплексів найбільш цінних водно-болотних угідь Середнього Придніпров'я», коли продовжив збір матеріалу в пониззі Сули.

Наявність ґрунтовних матеріалів, зібраних на цій території у 80-ті роки минулого і на початку нинішнього (по 2010 рік включно) століть, дозволило здійснити порівняльний аналіз змін, які відбулися у стані пташиного населення та виявити їх причини. Особливо цікавим і важливим, з огляду на збереження і відтворення окремих видів, стало дослідження рідкісних та зникаючих птахів.

До групи раритетної орнітофауни Сульської затоки віднесені види, які включені до Червоної книги України (ЧКУ), Європейського Червоного списку (ЄЧС), Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи (МСОП), та охороняються згідно Бернської конвенції, Боннської конвенції, Вашингтонської конвенції (СІТЕS), Угоди про збереження афро-євразійських мігруючих водно-болотних птахів (АЕWA), а також є регіонально рідкісними видами для Полтавської та Черкаської областей. Додатково виділені рідкісні птахи за класифікацією видів загальноєвропейської природоохоронної значущості (SPEC 1 – види, які перебувають під загрозою глобального зникнення, мають дуже низьку чисельність або швидко її скорочують і потребують негайних заходів з охорони та відновлення; SPEC 2 – види, поширення яких обмежене Європейським континентом і які мають несприятливий охоронний статус; SPEC 3 – види, які широко розповсюджені, але мають несприятливий охоронний статус) [7].

Результати та їх обговорення

Багаторічні дослідження орнітофауни регіону пониззя р. Сули дозволили виявити 30 видів птахів, які належать до категорій рідкісних і зникаючих на національному та міжнародному рівнях.

Чапля жовта (*Ardeola ralloides*). У незначній кількості (1-5 пар) на початку 1980-х років гніздилась на о. Петренки в полівидовій колонії чапель. Занесена до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II).

Чапля біла велика (*Egretta alba*). З 1980-х років оселяється у середній і нижній частинах затоки. В останні роки у невеликій кількості (до 30 пар) продовжує гніздитися лише в нижній частині затоки на о. Петренки. Регіонально рідкісний вид. Занесена до Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II), Угоди АЕВА.

Чапля біла мала (*Egretta garzetta*). У 1980-ті роки в невеликій кількості (25-33 пари) гніздилась на о. Петренки в нижній частині затоки. Останнім часом у регіоні не зустрічається. Регіонально рідкісний вид. Занесена до Бернської конвенції (Додаток II).

Чапля руда (*Ardea purpurea*). Нечисленний вид, поширений на гніздуванні переважно у середній частині затоки (22-26 пар). В останнє десятиріччя чисельність стабільна. Регіонально рідкісний вид. Занесена до Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II), Угоди АЕВА.

Лелека чорний (*Ciconia nigra*). Рідкісний пролітний вид. Частіше трапляється в кінці літа (поодинокі особини і пари). Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), CITES (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II) та Угоди АЕВА. Має охоронний статус SPEC 3.

Гуска білолоба мала (*Anser erythropus*). Рідкісний пролітний вид. Окремі особини та невеликі групи трапляються навесні (але не кожного року) у зграях гуски великої білолобої (*A. albifrons*) (останній раз відмічена в квітні 2009 р. – 4 особини). Занесена до ЧКУ, Червоного списку МСОП (VU), ЄЧС, Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додатки I та II), Угоди АЕВА. Має охоронний статус SPEC 1.

Нерозень (*Anas strepera*). На початку 1980-х років у невеликій кількості траплявся під час сезонних міграцій. Протягом останніх 10 років не зустрічається. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток III), Боннської конвенції (Додатки I та II), Угоди АЕВА.

Чернь білоока (*Aythya nyroca*). Рідкісний вид. Під час сезонних міграцій зустрінуто всього кілька разів – у 1979 та 1984 рр. Занесена до ЧКУ, Червоного списку МСОП (NT), ЄЧС, Бернської конвенції (Додаток III), Боннської конвенції (Додатки I та II), Угоди АЕВА.

Гоголь (*Vucephala clangula*). Нечисленний пролітний вид. Частіше зустрічається восени, поодинокі особини зимують. В районі о. Жовнино трапляються зграї до 20 особин. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток III), Боннської конвенції (Додатки I та II), Угоди АЕВА.

Скопа (*Pandion haliaetus*). Рідкісний пролітний вид. Поодинокі особини трапляються майже щороку під час осінніх міграційних переміщень (вересень, жовтень). Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), CITES (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II).

Шуліка чорний (*Milvus migrans*). Рідкісний гніздовий вид. Окремі пари до 2000 р. гніздилися в ур. Чубарово і околицях с. Старий Мохнач (Чорнобаївський район). Останнім часом відмічався влітку 2009 р. у с. Лящівка (сільське звалище) та в 2010 р. поблизу с. Михайлівка (Чорнобаївський район). Занесений до ЧКУ, ЄЧС, Бернської конвенції (Додаток II), CITES (Додаток II), Боннської конвенції (Додатки I та II). Має охоронний статус SPEC 3.

Лунь польовий (*Circus cyaneus*). Рідкісний вид, що іноді трапляється на досліджуваній території, переважно, у післягніздовий період та під час міграцій (в період з 2000 по 2010 роки зареєстровано 5 особин). Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), СІТЕS (Додаток II), Боннської конвенції (Додатки I та II).

Лунь лучний (*Circus pygargus*). У невеликій кількості (3-5 особин за сезон), але не щорічно зустрічається під час сезонних переміщень. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), СІТЕS (Додаток II), Боннської конвенції (Додатки I та II).

Орел-карлик (*Hieraaetus pennatus*). Зрідка трапляється під час міграцій. Можливо гніздиться. Зареєстрований влітку 2008 року в районі ур. Березове. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), СІТЕS (Додаток II), Боннської конвенції (Додатки I та II).

Орлан-білохвіст (*Haliaeetus albicilla*). Рідкісний вид, що гніздиться у важкодоступних лісових, часто заболочених ділянках островів. Достовірно відомо 2 жилих гнізда у середній частині затоки. Є також відомості про гніздування орланів у нижній частині затоки поблизу села Святилівка (Глобинський район Полтавської області) [1]. У післягніздовий період на окремих островах (Петренки, Кулішівка) спостерігаються скупчення орланів різного віку, в яких може нараховуватись кілька десятків особин. Загалом, острови Сульської затоки є важливими місцями гніздування, годівлі та линьки значної кількості орланів-білохвостів, що оселяються у регіоні Середнього Придніпров'я. Занесений до ЧКУ, ЄЧС, Бернської конвенції (Додаток II), СІТЕS (Додаток I), Боннської конвенції (Додатки I та II). Має охоронний статус SPEC 3.

Сапсан (*Falco peregrinus*). Дуже рідкісний вид, що спостерігався у післягніздовий період (серпень 2008 р. – 1 птах) та на осінньому перельоті (кінець вересня 2009 р. – 2 птахи). Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), СІТЕS (Додаток I), Боннської конвенції (Додаток II). Має охоронний статус SPEC 3.

Журавель сірий (*Grus grus*). Пролітний вид. Зрідка зупиняється в затоці під час весняного перельоту. В кінці 1980-х років окремі пари гніздилися в районі с. Мохнач. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), СІТЕS (Додаток II), Боннської конвенції (Додатки I та II), Угоди АЕWA. Має охоронний статус SPEC 3.

Деркач (*Crex crex*). Досить рідкісний гніздовий вид. Трапляється на заболочених луках по всій території. Занесений Червоного списку МСОП (NT), Бернської конвенції (Додаток II). За класифікацією видів загальноєвропейської природоохоронної значущості має охоронний статус SPEC 1 (загроза глобального зникнення).

Лежень (*Burhinus oedipnemus*). В минулому, можливо, спорадично гніздився на невеличких островах нижньої частини затоки (окремі зустрічі у гніздовий період). Занесений до ЧКУ, ЄЧС, Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II).

Шилодзьобка (*Recurvirostra avocetta*). У 1990-ті роки у кінці літа відмічались зальоти поодиноких особин цього виду у межі Сульської затоки (дві зустрічі). Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II), Угоди АЕWA.

Ходуличник (*Himantopus himantopus*). У 1980-ті роки поодинокі пари гніздилися на островах у верхній та середній частинах затоки. Зараз відсутній як на гніздуванні, так і під час сезонних перельотів. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II), Угоди АЕWE.

Кулик-сорока (*Haematopus ostralegus*). У 1980-1990-ті роки окремі пари цього виду гніздилися на островах середньої та нижньої частини затоки. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток III).

Дупель (*Gallinago media*). У 80 роки минулого століття регулярно зустрічався невеликими групами до 4-6 особин у кінці серпня – на початку вересня на луках в районі сіл Михайлівка та Лящівка. В останні роки поодинокі і нерегулярно трапляється під час осінніх міграцій. 22.06.2012 р. на острові з залишками лучної рослинності поблизу с. Михайлівка спостерігався 1 птах із гніздовою поведінкою. Виявити гніздо не вдалось. Занесений до ЧКУ, Червоного списку МСОП (NT), Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додатки I та II), Угоди АЕВА. Має охоронний статус SPEC 2.

Кроншнеп великий (*Numenius arquata*). Нечисленний пролітний вид. Зустрічаються як окремі особини, так і зграї до 10, частіше 3-5 особин (не більше 20-30 особин за сезон). Спостерігається у вересні – жовтні. Занесений до ЧКУ, Червоного списку МСОП (NT), Бернської конвенції (Додаток III), Боннської конвенції (Додатки I та II), Угоди АЕВА.

Дерихвіст степовий (*Glareola nordmanni*). Поодинокі пари на початку 1980-х років зрідка гніздилися у середній частині затоки. Занесений до ЧКУ, Червоного списку МСОП (NT), ЄЧС, Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II), Угоди АЕВЕ.

Реготун чорноголовий (*Larus ichthyaetus*). Рідкісний вид. Вперше виявлений на гніздуванні в цьому регіоні у 1993 р. – на території Святилівського орнітологічного заказника у нижній частині затоки. В останнє цей вид спостерігався на гніздуванні у 2001 р. на о-ві Бурти (нижня частина затоки), де у спільній з мартином жовтоногим (*L. cachinnans*.) колонії нараховувалось до 60 пар реготуна чорноголового. Можливо, в невеликій кількості гніздиться і зараз: у серпні 2009 року поблизу с. Лящівка спостерігались льотні молоді птахи. У післягніздовий період на території затоки (переважно в її південній та центральній частинах) щороку відмічаються дорослі та молоді птахи цього виду. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток III), Боннської конвенції (Додаток II), Угоди АЕВЕ.

Крячок малий (*Sterna albifrons*). У 1980-х роках гніздився у середній і нижній частинах затоки. В останні роки у незначній кількості трапляється тільки під час сезонних міграцій. Занесений до ЧКУ (рідкісний), Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II), Угоди АЕВЕ. Має охоронний статус SPEC 3.

Голуб-синяк (*Columba oenas*). Рідкісний гніздовий вид. Трапляється у листяних лісах поблизу сіл Онишки, Велика Бурімка, Мохнач та Лящівка Чорнобаївського району. Динаміка чисельності не досліджена. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток III).

Сиворакша (*Coracias garrulus*). Поодинокі особини восени зрідка і нерегулярно залітають в межі регіону. Занесена до ЧКУ, Червоного списку МСОП (NT), ЄЧС, Бернської конвенції (Додаток II), Боннської конвенції (Додаток II). Має охоронний статус SPEC 2.

Сорокопуд сірий (*Lanius excubitor*). Рідкісний пролітний та зимуючий вид. Відмічається щороку. Занесений до ЧКУ, Бернської конвенції (Додаток II). За класифікацією видів загальноєвропейської природоохоронної значущості має охоронний статус SPEC 3.

Аналіз різноманітних причин зменшення чисельності, появи та зникнення в пониззі Сули окремих видів птахів дозволив виділити 5 груп птахів :

- види, для яких протягом останніх десятиріч характерним є зниження чисельності в межах усього ареалу, незважаючи на наявність гніздопридатних біотопів, кормової бази, місць зупинки під час міграцій (гуска білолоба мала, нерозень, чернь білоока, сиворакша, а також можливо шуліка чорний, дупель та деркач);

- види, чисельність яких на гніздуванні в межах ареалу, в тому числі і в регіоні досліджень, є відносно незначною (орел-карлик, лежень, голуб-синяк);
- пролітні види, які раніше гніздилися в Сульській затоці (журавель сірий, крячок малий, кулик-сорок);
- види, які зрідка відмічаються тільки під час сезонних міграцій і/або зимівлі (лелека чорний, сапсан, лунь польовий, лунь лучний, кроншнеп великий, сорокопуд сірий);
- види, що розселилися по Подніпров'ю у зв'язку зі створенням каскаду дніпровських водосховищ (чапля жовта, чапля велика біла, чапля мала біла, ходуличник, шилодзьобка, реготун чорноголовий, дерихвіст степовий).

Висновки

Дослідження показали, що формування орнітофауни пониззя Сули в останні десятиріччя відбувалось на фоні суттєвих змін, що стало наслідком природних перетворень та змін у господарському використанні водно-болотних угідь (ВБУ). Певний вплив мало скорочення поголів'я великої рогатої худоби та коней, які випасались на островах, а також значне скорочення площ сінокошіння на луках і заболочених ділянках. Помітних змін зазнали водно-болотні угіддя і в результаті їх заростання вищою надводною рослинністю.

У більшості випадків зазначені вище зміни негативно вплинули і на стан пташиного населення ВБУ затоки. Зменшення поголів'я худоби і скорочення площ викошування, разом з природними процесами заболочування призвело до заростання цих територій, що негативно вплинуло на умови розмноження значної кількості видів птахів (гуси, качки, мартини, крячки, кулики тощо) та погіршило кормові властивості ВБУ.

Основними наслідками усіх цих процесів стало:

- значне збіднення трофічної бази ВБУ у всі сезони року;
- зменшення загальної площі гніздопридатних ділянок;
- часткове зменшення видового різноманіття птахів на гніздуванні;
- зменшення загальної кількості гідрофільних птахів, які зупиняються в пониззі Сули під час сезонних перельотів.

Незважаючи на певне збіднення орнітофауни, Сулинська затока продовжує залишатись надзвичайно важливим місцем перебування малочисельних, рідкісних і зникаючих видів птахів у регіоні в різні сезони року.

Література

1. Гаврилюк М.Н. Кадастр місць гніздування орлана-білохвоста *Haliaeetus albicilla* (L.) в Україні / М.Н. Гаврилюк // Знахідки тварин Червоної книги України. – К., 2008. – С. 37-42.
2. Географічна енциклопедія України. – Т. 3. – К.: Укр. енцикл. ім. М. П. Бажана, 1993. – С. 340-343.
3. Клецов Н.Л. Орнітокомплексы Сульского залива Кременчугского водохранилища и их охрана / Н.Л. Клецов, Г.Г. Гаврись, Е.Л. Андриевская // Вестник зоологии. – 1994. - №6. - С.65-73.
4. Клецов Н.Л. / Н.Л. Клецов, Г.Г. Гаврись, Е.Л. Андриевская Сульской залив Кременчугского водохранилища как резерват гидрофильных птиц международного значения // Оптимізація природно-заповідного фонду України. – К., 1994.- В.1.- С.55-58
5. Клецов Н.Л. / Н.Л. Клецов, Г.Г. Гаврись, Е.Л. Андриевская Сульский залив Кременчугского водохранилища // Территории Украины, важне для сохранения видового разнообразия птиц. – К., 1995. – 38 с.
6. Щербак Н.Н. Зоогеографическое деление Украинской ССР / Н.Н. Щербак // Вестник зоологии. – 1988. – № 3. – С.22-31.
7. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. – Cambridge: BirdLife International, 2004. – XXIV, 374 p. (BirdLife Conservation Series. – № 12).

Аннотация. *Клестов Н.Л., Гаврись Г.Г., Андриєвская О.Л. Редкие и исчезающие птицы низовьев реки Сулы. В основу работы положены оригинальные материалы, собранные в низовьях реки Суллы (Черкасская и Полтавская области) во время полевых исследований (1979 – 1992 гг., 2009 – 2010 гг.). Исследования проводились на протяжении всего года – изучались сезонные перелеты, гнездование и зимовка птиц.*

В статье представлены результаты многолетнего изучения 30 видов редких и исчезающих птиц региона. Приведены видовые очерки, которые содержат данные по их биологии, динамике численности, а также определения природоохранного статуса.

Проведен сравнительный анализ изменения состояния раритетных видов на различных этапах становления орнитофауны Сульского залива Кременчугского водохранилища.

Исследования показали, что наиболее существенно на население редких птиц региона повлияло ухудшение условий размножения и трофической емкости угодий, что стало следствием как природных процессов (сукцессий), так и изменений в хозяйственном использовании территории залива. Установлено негативное влияние на некоторые виды процессов заболачивания и зарастания высшей надводной растительностью мелководных зон. Подтверждено, что прекращение выпаса скота и сенокосения на островах ухудшает условия размножения большинства птиц, которые гнездятся на земле (кулики, чайки и др.). Вместе с тем, низовья Сулы остаются чрезвычайно важным местом для поддержания разнообразия редких орнитокомплексов в различные сезоны года.

Ключевые слова: *низовья речки Сулы, Кременчугское водохранилище, Сульский залив, водно-болотные угодья, редкие и исчезающие виды, раритетная составляющая, орнитофауна.*

Summary. *Klestov N.L., Gavris G.G., Andrievska O.L. Rare and threatened birds of the lower reaches of Sula river. Present work is based on the original materials collected during the field investigations in the area of lower reaches of Sula River (Cherkasy and Poltava regions of Ukraine) in 1979 – 1992 and 2009 – 2010. Researches were being carried out during the whole year, so all the most important periods of the birds' life (seasonal migrations, nesting and wintering) were under attention.*

In the article the results of multiyear study of 30 rare and threatened birds' species of the region are presented. Osprey, Black Kite, White-tailed Eagle, Peregrine, Corncrake etc. are among them. Every description together with information about biology and dynamics of the species quantity includes a definition of its conservation status.

Comparative analysis of the state of some species on the different stages of the avifauna formation in the Sula Bay of the Kremenchuh water reservoir was carried out. For some nesting species the reasons of their changes in number or disappearance were found out.

Researches showed that the most significant influence on the rare and threatened component of avifauna had a worsening of conditions for nesting in the region and declining a trophic capacity of habitats which were caused both by the natural processes (successions) and by the changes in the economic use of the Sula Bay. In particular, a negative influence on some nesting and migratory species of the processes of swamping and overgrowing of shallow zones with high aquatic vegetation was ascertained. It was agreed that stoppage of the haying and the cattle pasturing on the islands worsens the conditions for breeding of majority of species nesting on ground (waders, gulls and others). Despite this, the region of lower reaches of Sula River undoubtedly continues to remain exclusively important place for support to diversity of not numerous, rare and threatened species of birds in the different seasons of year.

Key words: *lower part of Sula River, Kremenchuh reservoir, Sula Bay, wetlands, rare and threatened species, rarities, ornithofauna.*

¹ Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України,

² Національний природний парк «Голосіївський»

Одержано редакцією 05.11.2014

Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 581.9 (477.43)

М.І. Козак, І.В. Федорчук

РОСЛИННІСТЬ І ФЛОРИСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОЛОГІЧНОГО ЗАКАЗНИКА «СЕРЕТСЬКИЙ» (ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛАСТЬ)

Висвітлюються поточні результати виконання дворічної держтеми «Розробка методики сталого використання та збереження біорізноманіття водойм і боліт Поділля», у яких характеризується один із гідрологічних заказників державного значення «Серетський» (Тернопільська область, Західне Поділля). Приводиться його геоботанічне, фізико-географічне та адміністративне розташування, площа та історія створення. Описується рослинність та флористичні особливості даного водно-болотного угіддя. Стаття містить інформацію про вищу водну, повітряно-водну, лісову, чагарникову флору та рослинність заказника. Детально приводиться розподіл видів по території заказника вказуються особливості їх асоціативності в залежності від розміщення. На еколого-ценотичному профілі рослинності гідрологічного заказника показано ступінь заростання водно-болотного угіддя, з використанням аналізу ґрунтів та вказані основні домінуючі асоціації. Виявлено низку видів із видання «Червоної Книги України» та списку рідкісних макрофітів. Серед них – *Nymphaea candida* J. Presl et C. Presl, *Nymphaea alba* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O.Kuntze. Останній вид уперше був виявлений на території Західного Поділля, вказано їх місце зростання та встановлено стан популяцій. Також висвітлені основні фактори впливу на вищу водну та повітряно-водну флору. Вказана залежність вищої водної флори та рослинності від геоморфологічних умов території.

Ключові слова: водно-болотне угіддя, р. Серет, рослинність, флора

Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій. Територія Західного Поділля відзначається своєрідною гідромережею, яка знаходиться в зоні високої концентрації населених пунктів. Меліоративні роботи, виконані в 70-80 роках ХХ сторіччя, призвели до пониження рівня ґрунтових вод, як наслідок до деградації водно-болотних угідь, зокрема посилюється замулення руслових ділянок річок Серет, Стрипа. Внаслідок інтенсивного антропогенного навантаження: зростання промислового та побутового забруднення, меліоративних робіт, розорювання, випасання, сінокосіння, збільшення сільськогосподарських земель, має місце деградація та повне знищення водно-болотних масивів.

Гідрологічний заказник «Серетський» було засновано Постановою Ради Міністрів УРСР від 25.02.1980 р. № 132 із змінами, затвердженими постановою Ради Міністрів УРСР від 12.12.1983 р. № 495. Постановою Кабінету Міністрів України від 12.10.1992р. № 584 заказник затверджений, як об'єкт природо-заповідного фонду загальнодержавного значення на території Західного Поділля (Козівський, Теробовлянський райони Тернопільської області). Площа водно-болотного масиву (ВБУ) — 1192.0 га [10].

За геоботанічним районуванням України [1], основна частина території ВБУ займає Тернопільський геоботанічний район Тернопільського (Західноподільського) геоботанічного округу Подільсько-Середньопридніпровської геоботанічної підпровінції Східноєвропейської геоботанічної лісостепової провінції дубових лісів Європейсько – Сибірської геоботанічної лісостепової області.

Метою нашої роботи є встановлення особливостей флористичного та фітоценотичного різноманіття заказника.

Методика

Робота виконувалася нами протягом 2012-2014 рр. на території Західного Поділля в межах державної теми «Розробка методики сталого використання та збереження біорізноманіття водойм і боліт Поділля» №0113U000487. В основу роботи покладені матеріали польових досліджень флори та геоботанічні описи рослинності р. Серет.

Дослідження проводилися детально – маршрутним та напівстаціонарним методами. При вивченні повітряно-водної флори використовувався морфолого-еколого-географічний метод та структурно порівняльного аналізу видового складу. Збір гербарних зразків рідкісних та цінних видів проводився рівномірно по всій території. Упорядкування матеріалів польових геоботанічних досліджень проводили з використанням програми FICEN 2 (пакет програм FICEN) [2,6]. Використовувався метод еколого-ценотичного профілювання рослинності [8-9,11]. Дослідження проводилися на ділянках різної площі від 20 до 200 м² із використанням методологічних принципів еколого-флористичної геоботанічної школи.

Результати та їх обговорення.

Вивченість рослинного світу територій, занесених до Рамсарського списку (та перспективних для занесення до нього), здебільшого незначна, крім тих, які є природно-заповідним об'єктами. Нерідко на територіях ВБУ більшою мірою досліджена фауна, особливо орнітофауна та іхтіофауна. Стосовно ВБУ «Серетський» зауважимо: ботанічних даних щодо його території небагато. Більшість даних застарілі [10], або даних, які стосуються всієї території Західного Поділля[3-5].

Найбільшу площу на обстеженій території займають угруповання гідрофільних типів рослинності — водного та повітряно-водного, які в заплавах Серета формують своєрідний комплекс із болотною та лучною рослинністю. В процесі заростання русел і руслових водойм переважають *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holub, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scirpus lacustris* L., види роду *Carex* L. - *C. acuta* L., *C. acutiformis* Ehrh. При заростанні водойм території ВБУ «Серетський» флора має переважно бореальний характер. Серед видів, які зосереджені у руслах і затоках утворюють великі популяції слід назвати *Mentha aquatica* L., *Caltha palustris* L., *Nymphaea candida* J. Presl et C. Presl, *Nymphaea alba* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm. *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O.Kuntze.

Найбільші популяції *Nymphoides peltata* та *Nymphaea candida* виявлені у північній частині заказника, що викликано глибиною водойми та швидкістю течії.

На менших глибинах та при береговій лінії домінують представники повітряно-водної флори *Typha angustifolia* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holub, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scirpus lacustris* L. тощо. Досить часто угруповання є двотрьо ярусевими надводний ярус утворюють вільно плаваючі види *Spirodela polyrrhiza* (L.), *Lemna minor* L., *L. gibba* L. Підводний представники роду *Potamogeton* — найчастіше *P. lucens* L., *P. crispus* L. (рис. 1.)

Найпоширенішими на акваторії ВБУ є угруповання *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926, *Nymphaeetum albo-luteae* Novinski 1930, *Nymphoidetum peltatae* (All. 1922) Müller et Cors 1960, *Potameto natantis-Nymphaeetum candidae* Hejny in Dykyjova et Květ 1978, *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939, *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953, *Typho angustifoliae-Phragmitetum australis* Tx. et Preising 1942. Представники інших класів менш виражені та представлені здебільшого угрупованнями класу *Lemnetea* (*Lemno minoris-Spirodeletum polyrrhizae* W.Koch 1954 em Müller et Gors 1960, *Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* Oberd. 1957).

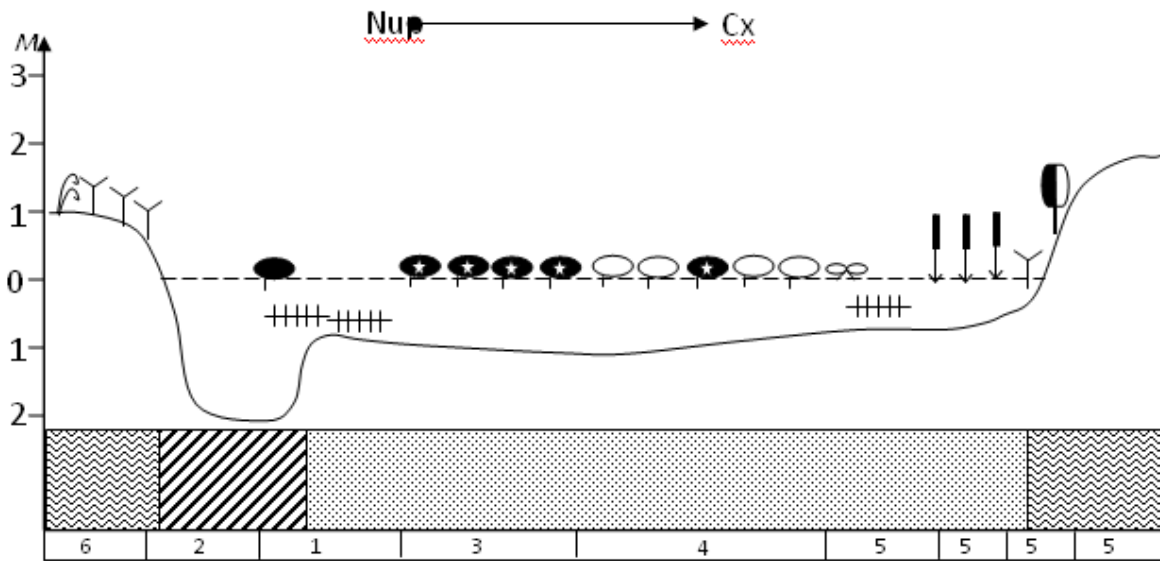
















Рис. 1. Еколого-ценотичний профіль рослинності гідрологічного заказника «Серетський» (Тернопільської обл.)

Умовні позначення.

Види, що домінують:

	<i>Salix alba</i>		<i>Nymphaea alba</i>
	<i>Typha angustifolia</i>		<i>Nymphaea candida</i>
	<i>Lemna minor</i>		<i>Nuphar lutea</i>
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>		<i>Nymphoides peltata</i>
	<i>Glyceria maxima</i>		<i>Myriophyllum spicatum</i>
			<i>Phalaroides arundinacea</i>

А: ґрунти:

	Дерново-підзолисті		Алювіальні дернові
	Мулисті відклади		

Б: угруповання:

1. *Myriophylletum spicati*, 2. *Myriophyllo-Nupharetum*, 3. *Nymphoidetum peltatae*, 4. *Potamo natantis-Nymphaeetum candidae*, 5. *Phragmitetum communis*, 6. *Glycerietum maximae*

Провідну роль у формуванні рослинного покриву водойм р. Серет серед повітряно-водних відіграють угруповання з участі *Acorus calamus* L., *Glyceria maxima* (C. Hart.) Holmb., *Typha latifolia* L., *Carex acuta* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud., *Typha angustifolia* L., *Carex acutiformis* L., *Scirpus sulvaticus* L., *Scirpus lagustris* L., *Sparganium erectum* L., *Bidens tripartita* L., *Epilobium palustre* L., серед водних *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Nymphaea alba* L., *N. candida* J. ET C. PRESL., *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O.Kuntze, *Hydrocharis morsus-ranea* L., *Stratiotes alloides* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Polygonum amphibium* L., *Potamogeton crispus* L., *P. pectinatus* L., *P. lucens* L., *P. natans* L., *Spirodela polyrrhyza* (L.) Schleid., *Lemna minor* L..

Серед лісової та чагарникової рослинності водно-болотного угіддя переважають ценози *Salix alba*, *Salix acutifolia*, *Salix triandra*, з домішками *Crataegus oxyacantha*, *Rosa canina* та *Prunus spinosa* площі їх незначні, що спричинено особливостями геоморфологічної структури цієї ділянки, а також її гідрологічною ситуацією.

На території ВБУ «Серетський» знайдено також низку видів із видання «Червоної Книги України» та списку рідкісних макрофітів. Серед них - *Nymphaea candida* J. Presl et C. Presl, *Nymphaea alba* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O.Kuntze. Останній вид уперше був виявлений нами на території Західного Поділля [3-5].

Висновки

У біоморфологічному спектрі чисельно домінують види гідрогеломорфної (тенагофіти, плейстогелофіти) і геломорфної (гідрохтофіти, охтогідрофіти, евохтофіти) груп. Менш представлені види гідроморфної групи (еугідатофіти, аерогідатофіти, плейстофіти), що свідчить про переважання у регіоні екотопів із значним коливанням рівня води під час вегетації.

Із посиленням кумулятивної дії антропогенних факторів на екосистеми водойм, в тому числі і на ВБУ регіону очікується збільшення, зокрема у північній частині, площ угруповань *Phragmito-Magnocaricetea* і зменшення *Potametea*.

Література

1. Білик Г. І. Геоботанічне районування Української РСР / Г. І Білик, Є. М. Брадів // Укр. ботан. журн. – 1962 а. – 19, № 4. – С 23–32.
2. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР / В. М. Катанская. – Л. : Наука, 1981. – 186 с.
3. Козак М. І. Нові місцезнаходження *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) O. Kuntze (Menyanthaceae) на території України / М. І. Козак // Укр. ботан. журн., 2006. – № 1. – С. 31–37.
4. Козак М. І. Вища водна рослинність Західного Поділля (Порядок Lemnetales) / М. І. Козак // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – 2006. – № 3-4. – С. 11–18.
5. Козак М. І. Водно-болотні угіддя Західного Поділля : стан та особливості рослинного покриву / М. І. Козак // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Вип. 9. Матеріали конференції молодих вчених ботаніків : Канів, 2004. – С. 108–110.
6. Косман Є. Г. Новий комп'ютерний метод обробки описів рослинних угруповань / Є. Г. Косман, І. П. Сіренко, В. А. Соломаха, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 1991. – 48. № 2. – С. 98–104.
7. Миркин Б. М. Закономерности развития растительности речных пойм / Б. М. Миркин – М. : Наука, 1974. – 174 с.
8. Миркин Б. М. Теоретические основы современной фитоценологии. – М. : Наука, 1985. – 136 с.
9. Миркин Б. М. Теоретические основы современной фитоценологии / Б. М. Миркин – М. : Наука, 1985. – 136 с.
10. Сивий М.Я. Природні умови та ресурси Тернопільщини /М.Я. Сивий, Л.П. Царик // – Тернопіль: ТзОВ «Терно-граф», 2011.– 512с.; іл..
11. Юнатов А. А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей / А. А. Юнатов // Полевая геоботаника. – Т.3. – С. 9–36.

Аннотация. Козак М.И., Федорчук И.В. Растительность и флористические особенности гидрологического заказника «Серетский» (Тернопольская область). Освещаются текущие результаты выполнения двухлетней гостемы «Разработка методики устойчивого использования и сохранения биоразнообразия водоемов и болот Подолья», в которых характеризуется один из гидрологических заказников государственного значения «Серетский» (Тернопольская область, Западное Подолье). Приводится его геоботаническое, физико-географическое и административное расположение, площадь и история создания. Описывается растительность и флористические особенности данного водно-болотного угодья. Статья содержит информацию о высшей водной, воздушно-водной, лесной, кустарниковой флоре и растительности заказника. Подробно приводится распределение

видов по території заказника указываются особенности их ассоциативности в зависимости от размещения. На эколого-ценотической профиле растительности гидрологического заказника показана степень зарастания и основные доминанты водно-болотного угодья (с использованием анализа почв), указаны основные доминирующие ассоциации. Выявлен ряд видов из «Красной Книги Украины» и списка редких макрофитов. Среди них - *Nymphaea candida* J. Presl et C. Presl, *Nymphaea alba* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O.Kuntze. Последний вид впервые был обнаружен на территории Западного Подолья. Указано их место произрастания и установлено состояние их популяций. Также освещены основные факторы влияния на высшую водную и воздушно - водную флору. Указанная зависимость высшей водной флоры и растительности от геоморфологических условий территории.

Ключевые слова: водно-болотное угодье, р. Серет, растительность, флора.

Summary. Kozak M.I., Fedorchuk I.V. Vegetation and floristic features of the hydrological reserve «Seretskiy» (Ternopil region). Highlights the current results of the two-year derzhzhtemy "Development of methods and sustainable use of biodiversity reservoirs and wetlands skirts". Which is characterized by one of the hydrological reserve of national importance " Seretskiy " (Ternopil region, Western skirts). Driven by its geo-botanical , physical, geographical and administrative location and history of the area . Describes vegetation and floristic features of the wetland . This article contains information about higher water air- water, forest , bush flora and vegetation of the reserve. Details driven distribution of species in the reserve specified features of associativity , depending on placement. In eco- profiles coenotic vegetation hydrological reserve shows the degree of overgrowth and shows the main dominant wetland , using analysis of soil and shows the main dominant association. Revealed a number of types of publishing the "Red Book of Ukraine ", and the list of rare macrophytes. Among them - *Nymphaea candida* J. Presl et C. Presl, *Nymphaea alba* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm. *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O.Kuntze. The latter species was first discovered in the West skirts showing their location and growth condition set their populations. Also highlighted major impacts on higher water and air- water flora. The above dependence of higher aquatic vegetation from hemorfolohichnyh conditions of the territory.

Key words: wetland, Seret, vegetation, flora.

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Одержано редакцією 17.10.2014

Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 582.282:582.288(477.72)

О. В. Корольова

ЛОКУЛОАСКОМІЦЕТИ ТА АНАМОРФНІ ГРИБИ МАТЕРИКОВИХ ДІЛЯНОК ЧОРНОМОРСЬКОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА

В статті розглядаються таксономічна структура, еколого-трофічні особливості, консортивні зв'язки та розповсюдження локулоаскоміцетів (*Dothideomycetes*) і анаморфних грибів (*Anamorphic fungi*) в рослинних угрупованнях материкових ділянок Чорноморського біосферного заповідника. У фітоценозах 5 типів рослинності на 30 видах рослин з 16 родин та рослинних рештках виявлено 63 види мікроміцетів. Серед них 39 видів локулоаскоміцетів з 22 родів 13 родин 4 порядків підкласів *Dothideomycetidae*, *Pleosporomycetidae*, а також 34 види мітоспорових грибів з 12 родів.

За екологічними особливостями більшість знайдених мікроміцетів є герботрофами, асоційованими із трав'янистими рослинами. Досліджені види локулоаскоміцетів та анаморфних грибів утворюють консортивні зв'язки із 32 видами вищих рослин 30 родів з 16 родин. Найбільшу кількість грибів відмічено на представниках родини *Asteraceae* (20 видів).

Аналіз розповсюдження мікроміцетів за типами угруповань показав наступні результати: найбільшу кількість видів відмічено в рослинних угрупованнях степу (26 видів), децю менше – в угрупованнях природної деревної рослинності (13) та антропогенних екотопах (12), найменшу кількість видів – в лучних, болотяних, галофітних та літоральних рослинних угрупованнях заповідника. Встановлено специфіку виявленої мікобіоти, проведено порівняння видових комплексів мікроміцетів різних типів угруповань.

Ключові слова: локулоаскоміцети, *Dothideomycetes*, анаморфні гриби, видовий склад, Чорноморський біосферний заповідник.

Постановка проблеми. Чорноморський біосферний заповідник (далі Чорноморський заповідник) охороняє унікальні екосистеми, які репрезентують значне флористичне багатство, причому практично всі його наземні та аквальні комплекси перебувають у стані, близькому до природного. На лісостепових ділянках Івано-Рибальчанська, Солонозерна та Волижин ліс збережений унікальний азонльний лісостеповий ландшафт Нижньодніпровських арен з властивими йому основними біотопами та угрупованнями біоти, а на степових ділянках Потіївка та Ягорлицький кут охороняється зональна пустельна приморська степова рослинність [5]. Своєрідність екотопів заповідника та різноманітність рослин-консортивів теоретично передбачає формування значного видового складу мікроскопічних грибів, у тому числі і представників класу *Dothideomycetes*.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Флора і рослинність Чорноморського заповідника досліджена в роботах А. Янати (1916), Є. Лавренка та Л. Порецького (1928), Г.І. Білика (1970, 1956), Г.О. Кузнецової (1969), Г.Ф. Бачуриної (1978), М.Ф. Бойко (1980, 1992), Т.Л. Андрієнко (1992), Г.Б. Маяцького (1992), В.С. Ткаченко (1980), О.Ю. Уманець (1997) та інших дослідників. На території Чорноморського заповідника охороняється біля 700 видів вищих судинних рослин, з них 17 представників флори занесені до Європейського Червоного списку видів, як такі, що знаходяться під загрозою зникнення в світовому масштабі, 24 види вищих рослин занесені до Червоної книги України [5]. Різноманітність лишайників заповідника найбільш повно досліджена О.Е. Ходосовцевим (1994) та становить 88 видів, різноманітність мохоподібних, за роботами М.Ф. Бойко та Г.Ф. Бачуриної (1978, 1980, 1992) включає 62 вида.

Мікобіота Чорноморського заповідника, порівняно з його флорою і фауною, вивчена досить нерівномірно. Найбільш дослідженими групами є макроскопічні базидіоміцети – 101 вид, борошністороссяні та іржасті гриби – відповідно 59 та 54 види [2]. Недостатньо висвітленим залишається різноманіття анаморфних і аскових грибів

заповідника [2], в тому числі локулоаскоміцетів (*Dothideomycetes*) та їх анаморф. Так, Т.О. Мережко [4] наводить для Чорноморського заповідника 5 рідкісних для мікобіоти України видів мікроміцетів з Івано-Рибальчанської ділянки, серед яких – локулоаскоміцет *Venturia maculiformis* (Desm.) G. Winter. Два види, зібрані Т.О. Мережко – *Mycosphaerella medicaginis* Karimov та *Metasphaeria metuloidea* (Kalchbr. & Cooke) Sacc.) – наводяться для заповідника за даними мікологічного гербарію Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАНУ (KW). П'ятнадцять видів локулоаскоміцетів було виявлено під час наших попередніх досліджень на лісостепових ділянках заповідника [3]. Загалом, для дослідженої території згідно літературних даних та гербарних джерел відомо 16 видів локулоаскоміцетів з 12 родів – *Leptosphaeria* (3), *Cucurbitaria*, *Ophiobolus* (по 2 види), *Didymella*, *Karstenula*, *Lophiotrema*, *Metasphaeria*, *Mycosphaerella*, *Pleospora*, *Sacothecium*, *Splanchnonema*, *Venturia* (по 1 виду).

Мета статті – вивчення видового складу локулоаскоміцетів та онтогенетично пов'язаних з ними мітоспорових грибів материкових ділянок Чорноморського біосферного заповідника, виявлення їх таксономічних та екологічних особливостей.

Методика

Матеріалами роботи є оригінальні мікологічні збори, проведені протягом 2006-2012 рр. на території лісостепових і степових ділянок заповідника шляхом маршрутної експедиційної обстеження. Збір, гербаризація та ідентифікація зразків мікроміцетів виконували за загальноприйнятими методиками камеральної обробки мікологічного матеріала, з використанням мікроскопічних методів дослідження анатомо-морфологічної будови. Обсяг класу *Dothideomycetes* приводиться згідно 10 видання Словника грибів [8], за яким з таксонами локулоаскоміцетів пов'язані роди анаморфних грибів, що відомі як нестатеві стадії (анаморфи) в життєвих циклах певних плеоморфних видів. Для ідентифікації видів використані визначники і монографії вітчизняних та іноземних авторів [1, 7, 10] (Ellis, 1984; Sivanesan, 1984; Васильева, 1987), видові назви судинних рослин узгоджені із довідником „Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist” [9] (Mosyakin, 1999), видові назви грибів – з міжнародною базою даних „Index of Fungi” [8] (Index of Fungi, 2013). Порівняння видових комплексів мікроміцетів виконано за допомогою коефіцієнта дискримінації Стугрена-Радулеску [6].

Результати та їх обговорення

В результаті наших досліджень, з урахуванням літературних та гербарних джерел, на території материкових ділянок Чорноморського біосферного заповідника виявлено 63 види мікроміцетів, з них 39 видів локулоаскоміцетів та 24 види анаморфних грибів, що належать до числа анаморф представників класу *Dothideomycetes*.

За таксономічною структурою, локулоаскоміцети належать до 22 родів 13 родин 4 порядків підкласів *Pleosporomycetidae*, *Dothideomycetidae* і групи таксонів *Incertae sedis* класу *Dothideomycetes* (табл 1.).

За кількістю видів переважає підклас *Pleosporomycetidae* – 27 видів (порядок *Pleosporales*), до підкласу *Dothideomycetidae* належать 8 видів (*Dothideales*, *Carpodiales*), до таксонів з невизначеним таксономічним положенням – 4 види (*Botryosphaeriales*, роди *Pseudopleospora* та *Teichospora*).

Серед порядків домінують представники порядку *Pleosporales* (27 видів), значно меншою кількістю видів представлені порядки *Dothideales* (7), *Botryosphaeriales* (2) та *Carpodiales* (1). Серед родин переважають *Leptosphaeriaceae* (11), дещо менше видів нараховують *Dothideaceae*, *Pleosporaceae* (по 4 види), *Dothioraceae* та *Lophiostomataceae* (по 3), інші родини представлені 1-2 видами (див. табл. 1).

Таблиця 1

Таксономічна структура видового складу локулоаскомітетів материкових ділянок Чорноморського біосферного заповідника

Порядок	Родина	Рід	Кількість видів	% від загальної кількості
Pleosporales	Leptosphaeriaceae	Leptosphaeria	9	23,0
		Ophiobolus	2	5,1
	Lophiostomataceae	Lophiostoma	2	5,1
		Lophiotrema	1	2,6
	Pleosporaceae	Pleospora	4	10,3
	Cucurbitariaceae	Cucurbitaria	2	5,1
	Pleomassariaceae	Splanchnonema	2	5,1
	Venturiaceae	Venturia	2	5,1
	Melanommataceae	Karstenula	1	2,6
		Melanomma	1	2,6
	Mytiliniaceae	Lophium	1	2,6
	Incertae sedis	Didymella	1	2,6
Dothideales	Dothideaceae	Dothidea	1	2,6
		Metasphaeria	1	2,6
		Omphalospora	1	2,6
		Saccothecium	1	2,6
	Dothioraceae	Dothiora	2	5,1
Botryosphaeriales	Botryosphaeriaceae	Phaeobotryon	1	2,6
		Botryosphaeria	1	2,6
Capnodiales	Mycosphaerellaceae	Mycosphaerella	1	2,6
Incertae sedis	Incertae sedis	Pseudopleospora	1	2,6
		Teichospora	1	2,6
Разом	13	22	39	100

Серед родів переважають види роду *Leptosphaeria* (9 видів), решта родів (14 видів) представлені 1-4 видами (див. табл. 1). Родинний та родовий спектри дослідженої мікобіоти відрізняються досить високим різноманіттям, але показники видової різноманітності родин та родів є невисокими: середнє число видів в родині дорівнює трьом, в роді – двом видам.

З числа анаморфних грибів були відмічені представники наступних родів: *Camarosporium* (5), *Phoma* (4), *Hendersonia* та *Microdiplodia* (по 3 види), *Coniothyrium* (2), *Diplodia*, *Dothiorella*, *Fusicoccum*, *Helminthosporium*, *Monodictys*, *Pyrenochaeta*, *Stagonospora* (по 1 виду). З них 12 видів є анаморфами локулоаскомітетів порядку Pleosporales, зокрема родів *Didymella* (*Hendersonia pruni* Died., *H. sarmentorum* Westend., *H. tragacanthae* Delacr., *Phoma euphorbiae* Sacc., *Ph. graminis* Westend., *Ph. herbarum* Westend., *Ph. xanthi* Hollos), *Leptosphaeria* (*Coniothyrium olivaceum* Bonord., *C. montagnei* Castagne), *Phaeosphaeria* (*Stagonospora equiseti* Fautrey), *Herpotrichia* (*Pyrenochaeta cava* (Schulzer) Gruyter, Aveskamp & Verkley) та ін., 11 видів – анаморфами Botryosphaeriales (*Camarosporium affine* Sacc., *C. berkeleyanum* (Lev.) Sacc., *C. elaeagni* Potebnia, *C. kriegeri* Bres., *C. salicinum* (Vize) Grove, *Diplodia rudis* Desm.,

Dothiorella inversa (Fr.) Höhn., *Fusicoccum adventum* (Sacc.) Died., *Microdiplodia beckii* (Baumler) Allesch., *M. iliceti* Sacc., *M. microsporella* (Sacc.) Sacc. & D. Sacc.).

Лише у стадії анаморфи знайдені чотири види плеоморфних локулоаскомітетів, зокрема *Venturia pyrina* Aderh. (на плодах *Pyrus communis* L., в стадії анаморфи *Fusicladium pyrorum* (Lib.) Fuckel.), *Melanomma pulvis-pyrius* (Pers.) Fuckel (на всохлих гілках *Quercus robur* L., в стадії анаморфи *Aposphaeria papillula* Sacc. & Roum.), *Botryosphaeria stevensii* Shoemaker (на всохлих гілках *Q. robur*, в стадії анаморфи *Diplodia quercina* Westend., *Omphalospora melaena* (Fr.) Höhn. (на рослинних рештках, в стадії анаморфи *Phoma melaena* (Fr.) Mont. & Dur.).

За екологічними особливостями більшість виявлених мікроміцетів є герботрофами (30 видів), асоційованими із трав'янистими рослинами (представники родів *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Ophiobolus*, *Nodulosphaeria* та ін.). Щодо інших екологічних груп, розповсюдженими є ксилотрофи, знайдені на 18 видах деревних рослин та їх рештках (представники родів *Dothidea*, *Dothiora*, *Phaeobotryon*, *Splanchnonema*, *Saccothecium*, та ін.).

Досліджені види асколокулярних та анаморфних грибів утворюють консортивні зв'язки із 32 видами судинних рослин з 16 родин 30 родів (табл. 2). Аналіз розподілу видів грибів за родинами поживних рослин демонструє, що найбільше число мікроміцетів асоційовано з представниками родини Asteraceae (20 видів), значно менше – Salicaceae (7), Rosaceae (6), Fagaceae (5), Fabaceae (4), на рослинах з решти родин відмічені поодинокі види мікроміцетів. Найбільш розповсюдженими рослинами-господарями є *Artemisia marschalliana* Spreng. та *Q. robur* (по 5 видів грибів-консортивів).

Таблиця 2

Кількісний розподіл видів мікроміцетів-консортивів за родинами та родами вищих рослин

п/п	Назва родини рослин (назва роду)	Кількість видів	
		рослин	грибів
1	Asteraceae (Achillea, Arthemisia, Cephalaria, Centaurea, Chondrilla, Jurinea, Helianthus, Tanacetum, Xanthium)	11	20
2	Rosaceae (Cerasus, Pyrus, Prunus)	3	6
3	Fabaceae (Chamaecytisus, Medicago, Robinia)	3	4
4	Salicaceae (Populus, Salix)	2	7
5	Betulaceae (Alnus, Betula)	2	2
6	Pinaceae (Pinus)	1	3
7	Fagaceae (Quercus)	1	5
8	Elaeagnaceae (Elaeagnus)	1	2
9	Euphorbiaceae (Euphorbia)	1	2
10	Simaroubaceae (Ailanthus)	1	2
11	Urticaceae (Urtica)	1	2
12	Caprifoliaceae (Sambucus)	1	1
13	Brassicaceae (Alisum)	1	1
14	Poaceae (Cenchrus)	1	1
15	Ulmaceae (Ulmus)	1	1
16	Vitaceae (Vitis)	1	1

Материкова частина Чорноморського заповідника включає 3 лісостепові (Івано-Рибалчанська, Соленоозерна, Волижин Ліс) та 2 степові ділянки (Ягорлицький Кут, Потієвка). Івано-Рибалчанська ділянка займає центральну частину Іванівської арени масиву Нижньодніпровських арен, Соленоозерна та Волижин ліс розташовані на

піщаній арені Кінбурнського півострова. Рослинність ділянок – це комплекс азональних угруповань псамофітних степів із колковими лісами, чагарниками, гідрофільно-галофітною рослинністю саг, галофітно-лучною рослинністю, а на Солонозерній ділянці – також з приморськими солончаковими та водно-болотними комплексами [5]. Степові ділянки Ягорлицький Кут та Потіївка представляють собою залишки зонального причорноморського пустельного степу вздовж берегів Тендрівської та Ягорлицької затоки. Значні площі в заповіднику займають штучні насадження з участю *Pinus pallasiana* D. Don, *Pinus sylvestris* L. та *Robinia pseudoacacia* L. На території материкових ділянок Чорноморського заповідника мікроміцети відмічені в складі природних угруповань 5 типів природної рослинності та угруповань антропогенного флористичного комплексу.

Найбільш різноманітний видовий склад цих грибів в рослинних угрупованнях степу – 26 видів мікроміцетів з 14 родів, переважно з родин *Leptosphaeriaceae* та *Pleosporaceae*. За трофічним статусом це, переважно, герботрофи, відмічені на 16 видах трав'янистих рослин-едифікаторів та рослинних рештках. Переважна більшість цих видів на степових ділянках знайдена на стеблах та корінні сухих трав з родини *Asteraceae* (*A. marschalliana*, *Tanacetum vulgare* L., *Jurinea longifolia* DC. та ін). На сухих гілках чагарників *Chamaecytisus borysthenicus* (Grun.) Klásk., *Salix rosmarinifolia* L. (по 2 види) та *S. caprea* L. (1), що зростають окремими куртинами на верхів'ях піщаних горбів і в пониззях серед піщаного степу, траплялися 5 видів мікроміцетів-ксилотрофів. В степових угрупованнях широко розповсюджені *Leptosphaeria kalmusii* Niessl ex Sacc., *Lophiostoma caulium* (Fr.) Ces. & De Not., *Lophiotrema duplex* (P. Karst.) Sacc., *Phoma herbarum* Westend., *Pleospora herbarum* (Pers.) Rabenh. Відмічені також рідкісні для України види – *Camarosporium kriegerii*, *Leptosphaeria modesta* (Desm.) Rabenh., *Ophiobolus fruticum* (Roberge ex Desm.) Sacc., *Pleospora longispora* Pass., *Sphaeropsis lichenoides* Sacc.

У складі рослинності березово-дубових гайків та вільшняків на території лісостепових ділянок відмічено 13 видів мікроміцетів з 11 родів. Найбільшу кількість грибів виявлено на *Quercus robur* L., на інших деревних рослинах-консортах – по 1-3 види. В цих угрупованнях сапротрофні та гемібіотрофні ксилотрофи найчастіше траплялися в дубових гайках на *Q. robur* (5), в березняках на сухих гілках *Betula borysthénica* Клоков (2), в осикових гайках на *Populus tremula* L. (2), на чагарнику *Prunus spinosa* L. (3), який нерідко утворює густі зарості по краю гайків. Часто трапляються *Botryosphaeria stevensii* (в стадії анаморфи *Diplodia quercina*), *Fusicoccum adventum*, *Microdiplodia iliceti*, на терені – *Microsphaeropsis olivacea*.

Розповсюдження досліджених видів мікроміцетів в лучних, болотяних, галофітних та літоральних рослинних угрупованнях заповідника досить обмежене. В лучних та прісноводно-болотяних ценозах спорадично траплялися *Leptosphaeria acuta* (Fuckel) P. Karst., *Lophiostoma vagabundum* Sacc., в засоленних місцезростаннях – *Leptosphaeria cephalariae-uralensis* Naumov & Dobrozr.

В антропогенних екотопах на території Чорноморського заповідника асколокулярні та мітоспорові гриби (12 видів з 8 родів) були відмічені в штучних насадженнях сосни, айланта, робінії, на присадибних ділянках на 8 видах рослин (*Pinus sylvestris*, *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Robinia pseudoacacia*, *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb., *Populus italica* L. та ін.) та їх різноманітних рештках. В екотопах антропогенного комплексу найчисленішими є представники родів мітоспорових грибів *Camarosporium* та *Hendersonia*, меншому числі – патогени послаблених дерев. Серед локулоаскоміцетів найбільш часто траплялися *Cucurbitaria elongata* (Fr.) Grev., *Dothidea sambuci* (Pers.) Fr., *Saccothecium sepincola* (Fr.) Fr., серед мітоспорових грибів – *Camarosporium elaeagni* Potebnia.

Порівняння видових спектрів мікроміцетів за допомогою коефіцієнта дискримінації Стургена-Радулеску виявило їх відмінність, що вказує на формування в досліджених угрупованнях специфічних видових комплексів грибів. Найбільше відрізняється видовий склад степових та лісових угруповань ($K_{sr}=+0.75$), менш відмінний – степових та лучних угруповань ($K_{sr}=+0.35$). Подібність таксономічних спектрів дослідженої мікобіоти різних типів угруповань проявляється на родовому рівні, що зумовлено присутністю майже в усіх угрупованнях представників космополітних родів, зокрема *Leptosphaeria* та *Pleospora*.

Висновки

Видова різноманітність локулоаскомицетів та анаморфних грибів материкових ділянок Чорноморського біосферного заповідника включає 63 види, з яких представники класу *Dothideomycetes* нараховують 39 видів з 22 родів 13 родин 4 порядків підкласів *Dothideomycetidae*, *Pleosporomycetidae* та групи таксонів *Incertae sedis*. Анаморфні гриби нараховують 34 видів з 12 родів і виступають анаморфами представників порядків *Pleosporales* та *Botryosphaeriales*. Специфіку дослідженої мікобіоти визначає поширення видів родів *Leptosphaeria*, *Pleospora*, *Camarosporium*, *Phoma*. За екологічними особливостями більшість виявлених мікроміцетів є герботрофами, асоційованими із трав'янистими рослинами.

Видові комплекси грибів, пов'язані з угрупованнями зональної та азональної природної рослинності, мають значний ступінь відмінності, що свідчить про певний вплив умов зростання на формування видового складу мікроміцетів. Вивчення мікроскопічної мікобіоти доцільно продовжувати на острівних ділянках Чорноморського заповідника.

Література

1. Васильева Лар. Н. Пиреномицеты и локулоаскомицеты севера Дальнего Востока / Лар. Н. Васильева. – Л.: Наука, 1987. – 257 с.
2. Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України / І. О. Дудка, В. П. Гелюта, Т. В. Андріанова [та ін.]. – К.: Арістей, 2009. – Т. I. – 306 с.
3. Корольова О.В. Гриби відділу *Ascomycota s.l.* Нижньодніпровських арен // Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.21 / Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – Київ, 2002. – 20 с.
4. Мережко Т.О. Нові та рідкісні для мікобіоти України види локулоаскомицетів та целоміцетів / Т.О. Мережко // Укр. ботан. журн. – 1991. – Т. 48, №4. – С. 65-67.
5. Уманець О. Ю. Еколого-ценогична характеристика флори піщаних масивів Лівобережжя Нижнього Дніпра та її генезис: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 / О. Ю. Уманець. – К., 1997. – 18 с.
6. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике: учеб. пособие / В. М. Шмидт. – Л.: Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1984. – 288 с.
7. Ellis M.B. Microfungi on land plants: An identification handbook / M.B. Ellis, J.P. Ellis. – London, Sydney: Croom Helm, 1987. – 818 p.
8. Index of Fungi // CABI Bioscience databases. – 2013. – [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.indexfungorum.org>
9. Mosyakin S.L. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk; ed. S.L. Mosyakin. – Kiev: M.G. Kholodny Inst. of Botany, 1999. – 345 p.
10. Sivanesan A. The Bitunicate Ascomycetes / A. Sivanesan. – Lehre: J. Cramer, 1984. – 701 p.

Аннотація. *Корольова О.В. Локулоаскомицеты и анаморфные грибы материковых участков Чорноморского биосферного заповедника. В статье рассматриваются таксономическая структура, эколого-трофические особенности, консортивные связи и распространение локулоаскомицетов (Dothideomycetes) и митоспоровых грибов (Mitosporic fungi) в растительных сообществах материковых участков Чорноморского биосферного заповедника. В фитоценозах 5 типов растительности на 30 видах растений из 16 семейств и растительных остатках выявлено 63 вида микромицетов. Среди них 39 видов*

локулоаскомицетов из 22 родов 13 семейств 4 порядков подклассов *Dothideomycetidae*, *Pleosporomycetidae*, а также 34 вида митоспоровых грибов из 12 родов.

Большинство обнаруженных микромицетов являются герботрофами, ассоциированными с травянистыми растениями. Исследованные виды локулоаскомицетов и анаморфных грибов образуют консортивные связи с 32 видами высших растений из 16 семейств 30 родов. Наибольшее количество видов отмечено на представителях семейства *Asteraceae* (20 видов).

Анализ распространения микромицетов дал следующие результаты: наибольшее количество видов отмечено в растительных сообществах степи (26 видов), несколько меньше – в сообществах природной древесной растительности (13) и антропогенных экотопах (12), наименьшее количество видов – в луговых, болотных, галофитных и литоральных растительных сообществах заповедника. Установлено специфику микобиоты, проведено сравнение видовых комплексов микромицетов разных типов сообществ.

Ключевые слова: локулоаскомицеты, *Dothideomycetes*, анаморфные грибы, видовой состав, Черноморский биосферный заповедник.

Summary. *Korolyova O.V. Loculoascomycetes and anamorphic fungi from inland areas of the Black Sea Biosphere Reserve.* A species composition of loculoascomycetes (*Dothideomycetes*) and mitosporic fungi from inland areas of the Black Sea Biosphere Reserve has been established. The 63 species micromycetes on the 30 species of plants from 16 families and plant debris were found. The 39 species from 22 genera 13 families 4 orders subclasses *Pleosporomycetidae*, *Dothideomycetidae* and 34 species of Mitosporic fungi were identified. Taxonomic structure, ecological and throphic features of species composition are considered.

In the ecological structure dominated herbothrophic species. *Loculoascomycetes* and anamorphic fungi forms consortial relationships with 40 species of plants from 30 genera and 15 families. The greatest number of fungi observed in representatives of the family *Asteraceae* (20 species).

Analysis of distribution of micromycetes in plant communities gave the following results: the greatest number of species observed in the steppe plant communities (26 species), some less - in the natural forest communities (13 species) and anthropogenic ecotopes (12 species), the smallest number of species – in the meadow, marsh, halophytic and intertidal plant communities of the reserve. A species complexes of micromycetes have been investigated.

Key words: *loculoascomycetes*, *Dothideomycetes*, anamorphic fungi, species composition, Black Sea Biosphere Reserve.

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

Одержано редакцією 15.11.2014

Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 612.017.2+612.273+612.766.1:796

¹О.М. Лисенко, ²В.С. Міщенко

РЕАКТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ КАРДІОРЕСПІРАТОНОЇ СИСТЕМИ В ПРОЦЕСІ НАПРУЖЕНОГО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ПІСЛЯ НЬОГО

Досліджені зміни реактивності кардіореспіраторної системи кваліфікованих спортсменів при виконанні тривалого фізичного навантаження, а також зміни швидкості дихальної реакції на короткочасні дії (тимчасові прямокутні збільшення потужності роботи, короткочасні гіпоксичні і гіперкапічні стимули) при виконанні тривалої фізичної роботи.

Виявлено, що при розвитку втоми в процесі фізичного навантаження спостерігається зниження пікових величин реакції, а також швидкості їх розгортання. Обґрунтовано значення на фоні втоми підтримки чутливості дихальних реакцій на CO₂-H⁺-стимул для більшої ефективності дихальної компенсації метаболічного ацидозу, що забезпечує стійкість і рухливість функціональних реакцій на високому рівні фізичної працездатності при конкретній діяльності змагання.

Ключові слова: кардіореспіраторна система, фізичні навантаження

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. При адаптації системи дихання до м'язового навантаження виділяють два аспекти регуляції дихання: з однієї сторони – це автономна регуляція дихання як вісцеральної функції, що забезпечує метаболічний запит організму шляхом підтримання постійності дихального гомеостазису; з другої сторони – поведінкова регуляція дихання під контролем довільної сфери (рухово-соматичної) [1, 2, 2, 13, 20, 24]. Перший можна взагалішому наближенні ототожнювати з ефектом гуморальних факторів, а другий – з “нейрогенним” компонентом вентиляторної реакції. Специфіка регуляції дихання при виконанні м'язового навантаження полягає, очевидно, в модифікації хеморецепторних механізмів завдяки впливам нейрогенного характеру.

З практики спортивного тренування відомо, що виснажливі м'язові тренувальні навантаження мають тривалий період післядії (слідові зміни) по метаболічним змінам [4, 11, 12, 15, 21, 22, 23]. Спрямованість та ступінь змін реактивних властивостей системи дихання в процесі фізичного навантаження залежать від його відносної інтенсивності (напруженості) та потужності, а також від вираженості загального об'єму перехідних режимів за умов навантаження. Для розуміння механізмів формування довгострокових ефектів тренування важлива можливість накопичення (кумуляції) змін, що відбуваються в організмі під впливом фізичних навантажень. Для цього необхідно знати тривалість і глибину післядії фізичних навантажень на реактивні властивості функціональних систем організму. Важливо встановити характер такої післядії на реактивні властивості системи дихання.

Для поглиблення розуміння ролі регуляторних факторів у збільшенні меж працездатності виникла необхідність проаналізувати зміни реактивності системи дихання в процесі напруженого м'язового навантаження, що виконується “до відмови” від подальшого його виконання.

Мета статті – дослідити зміни реактивності системи дихання при виконанні тривалого фізичного навантаження, а також зміни швидкості дихальної реакції на короткочасні впливи (тимчасові прямокутні збільшення потужності роботи, короткочасні гіпоксичні та гіперкапічні стимули) під час виконання тривалої фізичної роботи.

Робота виконувалася в рамках держбюджетної теми "Критерії оцінки функціонального потенціалу спортсменів високого класу" (номер держреєстрації теми: №0114U001482) Міністерства освіти і науки України.

Методика

У змагальному періоді на експериментальній базі науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України було обстежено 97 висококваліфікованих спортсменів у віці 19-29 років з високим рівнем спортивної кваліфікації (КМС-МС), які 8-19 років спеціалізувалися у видах спорту, що вимагали прояву витривалості (легка атлетика, п'ятиборство, триатлон, веслування на байдарках і каное, академічне веслування).

Використовували методи комплексного тестування реакції системи дихання (чутливості, стійкості і швидкості її розгортання) на гіпоксичні і гіперкапічні ($\text{CO}_2\text{-H}^+$) зрушення дихального гомеостазису та комп'ютерна програма їх розрахунку [7, 8]. Прогресуючу $\text{CO}_2\text{-H}^+$ -стимуляцію створювали методом "зворотного дихання" у системі "baginthebox", робоча система якого заповнювалася газовою сумішшю з 50-60% вмістом O_2 [5, 6; 14, 17, 18]. Наростаючий ступінь ізокапічної гіпоксичної стимуляції створювали методом "зворотного" дихання у діапазоні змін напруження O_2 у альвеолярному повітрі (P_{AO_2}) від 135 до 45 мм рт.ст. і чутливість до гіпоксії оцінювали по приросту $V_E(\Delta V_E/\Delta \text{SaO}_2)$ та ЧСС ($\Delta \text{ЧСС}/\Delta \text{SaO}_2$) на зниження насичення артеріальної крові O_2 [14, 17].

Кінетичні характеристики реакції системи дихання на фізичні навантаження визначали з урахуванням швидкості початкової частини реакції, її піку та стійкості [8, 16]. Тестові фізичні навантаження на ергометрах різного типу були спрямовані на характеристику різних сторін енергозабезпечення роботи [25, 26]. Безперервне комп'ютерне опрацювання даних у реальному масштабі часу "breath-by-breath" [19] за допомогою швидкодіючого ергоспірометричного комплексу "OxyconPro" ("Jaeger", VIASYS Healthcare, Німеччина-США) дозволило оцінювати реакцію системи дихання на тестові впливи. По закінченні тестування проводили комп'ютерний розрахунок комплексу показників, що значною мірою відображали рівень функціональних можливостей спортсменів [8, 8].

Статистичну обробку результатів проводили з використанням комп'ютерних програм «Statistica for Windows-5.0», «Microsoft Excel» з визначенням основних статистичних показників.

Результати та їх обговорення

Для визначення сторін реактивних властивостей системи дихання, що характеризували прояв її стійкості до наростаючого ступеня стомлення, були проведені дослідження змін ролі стимулів, адекватних для системи дихання, при напружених м'язових навантаженнях різного характеру. При виконанні тривалого навантаження "до відмови" з відносною інтенсивністю 65% від $\text{VO}_{2\text{max}}$ вже на 15 хвилині його виконання відмічалася менше підвищення рівня V_E та VO_2 у відповідь на короточасні тимчасові (протягом 30 с) зміни потужності роботи на 33 % кожні 5 хвилин, а для ЧСС – на 25 хвилині. Це свідчило про зниження внеску нейрогенного компоненту в формуванні дихальної реакції під впливом розвитку стомлення. При цьому, вентиляторна реакція була більшою при підвищенні потужності навантаження за рахунок швидкості бігу (збільшення V_E на $6,85 \pm 0,82$ %), ніж за рахунок збільшення зусилля (V_E на $0,92 \pm 0,41$ %), що було більш сприятливе для підтримки реактивності системи дихання на фоні значного наростання стомлення.

Крім того, ці дані побічно свідчили про підвищення в процесі тривалого навантаження відносної ролі гуморальних стимулів дихання. На 30-40 хвилині виконання навантаження за умов високого ступеня ацидемічних зрушень відмічалось вірогідне збільшення вентиляторної реакції на короткочасне (30 с) дихання гіпоксичною (14,1-14,3 % O_2 в азоті) газовою сумішшю, що свідчило про зростання за цих умов значення гіпоксичного стимулу дихання. У окремих спортсменів таке збільшення на $35,01 \pm 2,86$ % перевищувало приріст V_E на гіпоксичний стимул в початковій частині навантаження. У той же час в самому кінці навантаження у 61,25 % обстежених осіб відмічалось її виразне зниження. Ці дані свідчили про наявність гальмівного (пригнічує реактивність) ефекту гіпоксії на центральні структури дихального центру при стомленні. Зниження чутливості реакції системи дихання до гіпоксії, її більша стійкість є важливим чинником підтримання працездатності в умовах тривалого напруженого м'язового навантаження.

Виявлено, що зміни реакції на гіперкапнію при фізичному навантаженні були пов'язані з динамікою ацидемічних зрушень. Підвищення чутливості вентиляторної реакції на CO_2 - H^+ -стимул ($\Delta V_E / \Delta P_A CO_2$) на фоні ацидемії спостерігалось при невеликому її ступені, а також в початковій частині навантаження. При значній вираженості ацидемії в кінці навантаження $\Delta V_E / \Delta P_A CO_2$ вірогідно знижувався. Відзначимо, що при більшій чутливості вентиляторної реакції на CO_2 в кінці навантаження підтримувалась і більша ефективність виділення "надлишкового" CO_2 , що підвищувало рівень дихальної компенсації метаболічного ацидозу. Ці дані підкреслюють важливість підтримки чутливості реакцій дихальної системи на CO_2 - H^+ -стимул на фоні втоми для підвищення фізичної працездатності.

З практики спортивного тренування відомо, що виснажливі м'язові тренувальні навантаження мають тривалий період післядії (слідові зміни) за метаболічними змінами [4, 10; 12, 21, 22, 23]. В подальших дослідженнях було встановлено характер такої післядії на реактивні властивості системи дихання (табл. 1). Так, після виконання порівняно не напруженого для висококваліфікованих спортсменів фізичного навантаження у відновлювальному періоді відмічалось підвищення чутливості реакцій системи дихання до гіперкапнії за рахунок зниження порогу вентиляторної реакції на CO_2 - H^+ -стимул, що свідчило про збільшення "нейрогенного" компоненту реакції та активуючої ролі аферентації з пропріорецепторів рухової системи.

При м'язовому навантаженні тривалістю 80-100 хвилин спостерігали подібні по спрямованості зміни при дещо більшій їх вираженості. Відбувалося як би накопичення впливу якогось фактора, що визначало зниження порогу вентиляторної реакції на CO_2 та деяке збільшення чутливості реакції, яка оцінювалась по $\Delta V_E / \Delta P_A CO_2$.

Післядії тренувального навантаження високої інтенсивності, яке приводило до вираженого стомлення, на чутливість до гіперкапнічного стимулу дихання було таким же, як і для інших описаних вище видів фізичного навантаження. Разом з тим, через 13-15 годин після даного навантаження відзначалось зниження чутливості вентиляторної реакції на CO_2 - H^+ -стимул, що компенсувалось зниженням порогу вентиляторної реакції на CO_2 . В цей період найбільш зміни виражені по здатності дихальної системи швидко реагувати на початок фізичного навантаження і на зміни інтенсивності в процесі його виконання. Через 37-39 годин залежність $\Delta V_E / \Delta P_A CO_2$ поверталася до вихідного рівня, що поєднувалось із підвищенням порогу вентиляторної реакції на CO_2 . Це є наслідком адаптації апарату регуляції дихання до підвищеного вмісту ендогенної CO_2 та іонів H^+ при інтенсивних тренувальних навантаженнях анаеробного гліколітичного характеру.

Таблиця 1

Зміна реактивних властивостей системи дихання на гіперкапічні та гіпоксичні зрушення дихального гомеостазису, а також швидкості розгортання функціональних реакцій під впливом фізичних навантажень різного характеру

Характер фізичних навантажень	$\Delta V_{\text{E}}/\Delta P_{\text{A}}CO_2$, л·хв ⁻¹ ·мм рт.ст. ⁻¹	Поріг V_E -реакції, точка "апное", мм рт.ст.	$\Delta V_{\text{E}}/\Delta SaO_2$, л·хв ⁻¹ ·% ⁻¹	$\Delta CCS/\Delta SaO_2$, уд·хв ⁻¹ ·% ⁻¹	На півперіод реакції, швидкість збільшення V_E
1. Виконання тривалого (18-20 хвилин) фізичного навантаження наростаючої інтенсивності, що виконується "до відмови" до моменту досягнення рівня $VO_{2\text{max}}$	збільшення на 8,73±1,02%	зменшення на 15,99±1,39%	збільшення на 3,81±0,84%	зменшення на 3,41±0,91%	в другій половині навантаження зниження ступеня приросту рівня V_E , VO_2 , ЧСС.
2. Фізичного навантаження відносно невисокої інтенсивності (тривалість 80-100 хвилин при ЧСС=138-146 уд·хв ⁻¹) в період післядії (через 2-3 години)	збільшення на 37,5±2,69%	виражене зменшення на 35,71±4,03%	збільшення на 11,91±1,56%	зменшення на 8,99±1,14%	зниження на 19,29±2,01%
3. Навантаження високої інтенсивності, яке привело до вираженого стомлення - подолання 180 км за 4,6-4,8 годин з перемінною інтенсивністю	зменшення на 5,10±1,32%	зниження на 12,06±1,94%	значне збільшення на 70,59±4,86%	значне збільшення на 102,86±6,03%	зниження на 31,32±4,57%
	збільшення - до вихідного рівня	підвищення	не наставало повного відновлення		зниження на 22,09±2,16%
	через 2 дні відпочинку	підвищення	зниження до найбільш низьких величин		зниження на 9,11±1,74%
Фізичні навантаження різної спрямованості					
тренувальне навантаження рівномірної інтенсивності (при ЧСС 156-172 уд·хв ⁻¹ і загальної тривалості 180 хвилин)	зменшення на 22,64±2,32%	підвищення на 21,17±2,93%	підвищення на 38,97±2,15%	підвищення на 46,47±2,25%	зниження на 37,26±2,05%
інтервальне тренувальне навантаження високої інтенсивності (серія з 4 відрізків по 60 с з інтенсивністю 90 % від максимальної)	збільшення на 17,01±3,24%	зниження на 19,94±3,13%	підвищення на 35,33±2,45%	виражене підвищення на 71,25±3,96%	зниження на 21,95±1,16%

Чутливість до гіпоксії ($\Delta V_E/\Delta SaO_2$) через 13-15 годин після напруженого тренувального навантаження підвищувалася на $70,59 \pm 4,86\%$ (див. табл.1) і навіть через 37-39 годин після нього не наставало повного її відновлення. Підвищена чутливість до гіпоксії після навантаження високої інтенсивності відображала недовідновлення метаболічних факторів енергозабезпечення напруженої м'язової діяльності.

Виявлено, що зміст тренувального навантаження впливав на зміни чутливості і кінетики реакцій системи дихання. Ці дані були отримані при порівнянні ефектів тренувальних занять високої інтенсивності, що в одному випадку склалися із серії повторного виконання фізичних навантажень (інтервальне тренування), а в другому випадку – з безперервного тривалого навантаження високої інтенсивності (див.табл.1, рис.1). Найбільш виразно специфічність стомлення після різних типів напружених навантажень виявлялася за показниками чутливості системи дихання до гіперкапнії. Після навантаження рівномірної інтенсивності відмічалася зниження $\Delta V_E/\Delta P_A CO_2$ при підвищенні порогу вентиляторної реакції на CO_2 . Після інтервального навантаження відзначалася зворотна картина – збільшення $\Delta V_E/\Delta P_A CO_2$ при зниженні порогу вентиляторної реакції на CO_2 .

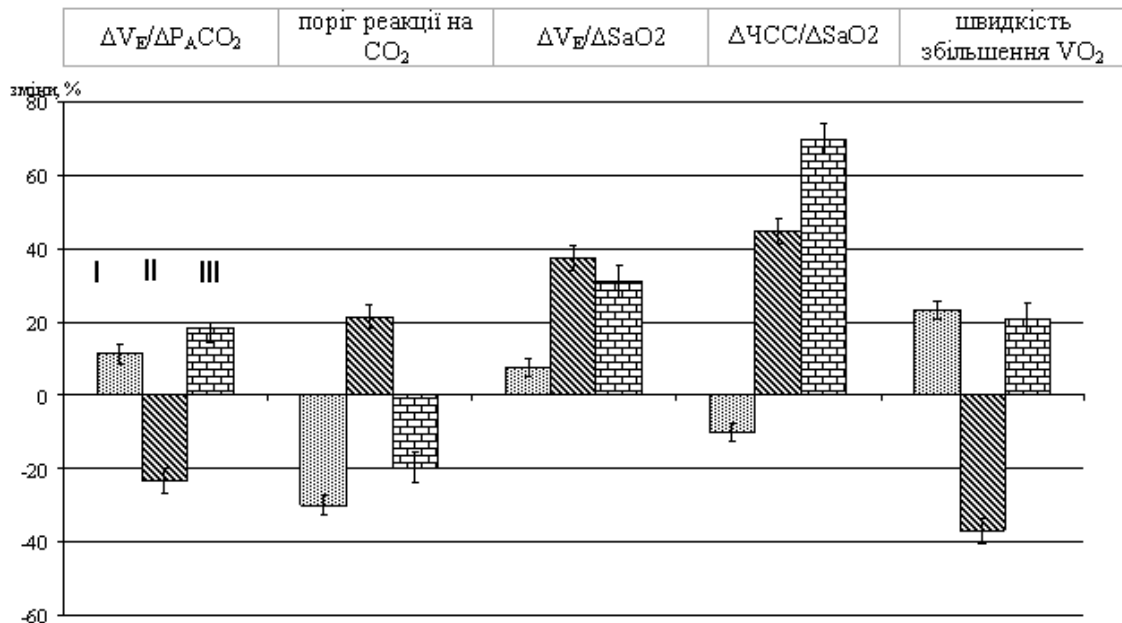


Рис. 1. Зміна чутливості до гіперкапнії та гіпоксії, а також кінетики реакцій споживання O_2 у кваліфікованих спортсменів під впливом різного змісту та інтенсивності тренувальних занять:

I - 2-3 години після легкого навантаження тренувального заняття відновлювального характеру біля $40\% VO_{2max}$ (30-40 хвилин);

II - 13-15 години після безперервного напруженого навантаження;

III - 13-15 годин після інтервального типу навантаження (15 повторів серій з 4 відрізків по 60 с біля 90% від максимальної інтенсивності)

Швидкість розгортання реакцій системи дихання найбільшою мірою знижувалася (на $37,26 \pm 2,05\%$) під впливом напруженого рівномірного тренувального навантаження. У той же час після тренувального навантаження інтервального типу при деякому підвищенні чутливості до гіперкапнії швидкість розгортання реакцій системи дихання знижувалася, але на меншу величину (на $21,95 \pm 1,16\%$). Це свідчило про те, що провідною причиною зниження кінетики реакції після навантаження інтервального типу є зниження чутливості пропріорецепторів працюючих м'язів. Вона при такому навантаженні за 13-15 годин відпочинку не відновлювалася. У той же час, після

навантаження рівномірного типу причина зниження кінетики реакцій була пов'язана як зі зниженням чутливості пропріорецепторів, так і зі зниження чутливості реакцій системи дихання до гіперкапнії.

Чутливість до гіпоксії приблизно однаково підвищувалася у відновлювальному періоді під впливом залишкового стомлення при обох типах напружених тренувальних занять. Отже, зміни чутливості до гіпоксії не відображали специфічних особливостей стомлення які б залежали від характеру м'язового навантаження. Є лише тенденція до більшого підвищення чутливості реакції центральної циркуляції до гіпоксії по $\Delta\text{ЧСС}/\Delta\text{SaO}_2$ після навантаження інтервального типу (див.табл.1, див.рис.1).

Таким чином, ступінь змін реактивних властивостей системи дихання в процесі фізичного навантаження залежав від його відносної інтенсивності та потужності, а також від вираженості загального об'єму перехідних режимів. Основними такого типу змінами при розвитку стомлення є зниження пікових величин реакції, а також швидкості їх розгортання. Отже, характер тренувальних впливів навантажень тренувального заняття у початковій частини і в кінці його розрізнялися. У цьому випадку, найбільш високий ефект спеціально спрямованих засобів тренування зберігався до тих пір, поки підтримувалися високі рівні (піки) і швидкість розгортання вентиляторної реакції, а також реакції по VO_2 і VCO_2 . Все це вказувало на необхідність врахування характеру таких змін реактивності системи дихання в процесі тренувального заняття і застосування спеціальних засобів для її корекції.

Крім того, зміни чутливості реакцій дихальної системи до гіперкапнічного стимулу у відновлювальному періоді при повторенні односпрямованих тренувальних занять подібні за спрямованістю з тими, які відзначалися після одного такого заняття. Так, після тренувального заняття аеробної спрямованості відзначалося зниження чутливості, а після швидкісно-силових навантажень анаеробного характеру – її підвищення. Відзначалося зниження “нейрогенного” компонента вентиляторної реакції при наростанні специфічного стомлення при проведенні серії занять переважно аеробної спрямованості, а при серії занять швидкісно-силової спрямованості спостерігалось – збільшення.

Література

1. Бреслав И.С. Регуляция дыхания / И.С.Бреслав, В.Д.Глебовский. — Л.: Наука, 1981. - 280 с.
2. Бреслав И.С. Значение хеморецепторных стимулов для скорости включения и выключения реакции дыхания на мышечную работу / И.С.Бреслав, Г.Г.Исаев, А.М.Шмелева. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – Москва: Медицина, 1981. – Т.90, №5. – С.522-525.
3. Бреслав И.С. Значение хеморецепторных стимулов для скорости включения и выключения реакции дыхания на мышечную работу / И.С.Бреслав, Г.Г.Исаев, А.М.Шмелева. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – Москва: Медицина, 1981. – Т.90, №5. – С.522-525.
4. Велибеков Я.В. Функциональное состояние регуляторных систем у спортсменов в период восстановления после однократной интенсивной мышечной нагрузки / Я.В.Велибеков, А.Д.Викулов. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. - 2009. - № 27 (160). - С. 115-116.
5. Иванов Л.А. К методике оценки реакции системы внешнего дыхания на нарастающую гиперкапнию / Л.А.Иванов. // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1981. – Т.15, №4. – С.74-76.
6. Мищенко В.С. Про деякі особливості регуляції дихання дітей і підлітків, що займаються спортом / В.С.Мищенко, Р.С.Кирилова. // Фізіологічний журнал АН УРСР. – 1976. – Т.22, №2. – С.246-255.
7. Мищенко В.С. Физиологические механизмы оптимизации реактивности системы дыхания человека при развитии ее функциональных возможностей в условиях напряженной спортивной тренировки / В.С.Мищенко. // Медико-биологические основы подготовки квалифицированных спортсменов. – Киев: КГИФК, 1986. – С.67-82.
8. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов / В.С.Мищенко. – Киев: Здоровья, 1990. – 200 с.
9. Мищенко В.С. Функциональная подготовленность, как интегральная характеристика предпосылок высокой работоспособности спортсменов: Методическое пособие / В.С.Мищенко, А.И.Павлик,

- В.Ф.Дяченко. – Киев:ГНИИФКиС, 1999. – 129 с.
10. Платонов В.Н. Система підготовки спортсменів в Олімпійському спорті. Общая теория и ее практические приложения / В.Н.Платонов. – Киев:Олімпійська література, 2004. – 808 с.
 11. Adami A. Oxygen uptake, cardiac output and muscle deoxygenation at the onset of moderate and supramaximal exercise in humans / [A.Adami, S.Pogliaghi, G.DeRoia, C.Capelli]. // *European Journal of Applied Physiology*. – 2011. - Vol. 111, №7. – P. 1517-1527.
 12. Belfry G.R. The effects of short recovery duration on VO_2 and muscle deoxygenation during intermittent exercise / Glen R. Belfry, Donald H. Paterson, Juan M. Murias, Scott G. Thomas // *European Journal of Applied Physiology*. – 2012. – Vol. 112, № 5. – P. 1907-1915.
 13. Corfield D.R. Does the motor cortical control of the diaphragm 'bypass' the brainstem respiratory centres in man? / D.R. Corfield., K. Murphy, A. Guz. // *Respir. Physiol.* - 1998. - Vol. 114, №2. - P. 109-117.
 14. Cunningham D. The control system regulation breathing in man / D.Cunningham. // *Quart. Rev. Of Biophysics*. – 1974. – Vol.6, №6. – P.433– 483.
 15. Edge J. Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism man repeated sprints / [J.Edge, D.Bishop, C.Goodman, B.Dawson.]. // *Med. Sci. Sports Exerc.* - 2005. – Vol.37. – P. 1975-1982.
 16. Grassi B. Slow VO_2 kinetics during moderate-intensity exercise as markers of lower metabolic stability and lower exercise tolerance / [B.Grassi, S.Porcelli, D.Salvadego, J.A.Zoladz.]. // *European Journal of Applied Physiology*. – 2011. – Vol. 111, № 3. - P. 345-355.
 17. Katayama K. Effect of intermittent hypoxia on oxygen uptake during submaximal exercise in endurance athletes / [K.Katayama, K.Sato, H.Matsuoetal.]. // *European Journal of Applied Physiology*. – 2004. – Vol.92. – P. 75-83.
 18. Khoo M.C.K. A model-based evaluation of the single-breath CO_2 ventilatory response test / M.C.K.Khoo. // *Journal of Applied Physiology*. – 1990. – № 68. – P. 393 – 399.
 19. McKean M.R. Response to Constant and Interval Exercise Protocol Elderly / M.R.McKean, T.B.Stockwell, B.J.Burkett. // *Journal of Exercise Physiology online*. – 2012. - Vol. 15 (2). – P. 30-39.
 20. O'Halloran J. Locomotor-respiratory coupling patterns and oxygen consumption during walking above and below preferred stride frequency // [J.O'Halloran, J.Hamill, W.J.McDermottetal.]. // *European Journal of Applied Physiology*. – 2012 – Vol. 112, № 3. – P. 929-940.
 21. Scott C.B. Oxygen Costs Peak after Resistance Training Sets: A Rationale for the Importance of Recovery over Exercise / C.B.Scott. // *Journal of Exercise Physiology online*. – 2012. - Vol.15 (2). – P.1-8.
 22. Spencer M.D. Are the parameters of VO_2 , heart rate and muscle deoxygenation kinetics affected by serial moderate-intensity exercise transitions in a single day? / [M.D. Spencer, J.M.Murias, H.P.Lambetal.]. // *European Journal of Applied Physiology*. – 2011. – Vol. 111, № 4. – P. 591-600.
 23. Thevenet D. Influence of recovery mode (passive vs. active) on time spent at maximal oxygen uptake during an intermittent session in young and endurance-trained athletes / [D.Thevenet, M.Tardieu-Berger, S.Berthoin, J.Prioux]. // *Eur J Appl Physiol*. – 2007. - Vol. 99 (2). – P. 133-142.
 24. Wasserman K. Respiratory control during exercise / K.Wasserman, B.J.Whipp, R.Casaburi. // *Handbook of physiology: Sect. 3. The respiratory system*. - Bethesda (Maryland), 1986. - Vol. 9. - P. 595 – 619.
 25. Wasserman K. Principles of Exercise Testing and Interpretation / [K.Wasserman, J.E.Hansen, D.Y.Sueetal.]. - Lippincott Williams & Wilkins: Baltimore, 1999. – P. 143-164.
 26. Zupan M.F., Arara A.W., Dawson L.H., Wile A.L., Payn T.L., Hannon M.E. Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes / [M.F.Zupan, A.W.Arara, L.H.Dawsonetal.]. // *J. Strength. Cond. Res.* – 2009. – 23. – P. 2598-2604.

Аннотация. *Лысенко Е.Н., Мищенко В.С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы в процессе напряженной физической нагрузки и после нее. Исследованы изменения реактивности кардиореспираторной системы квалифицированных спортсменов при выполнении длительной физической нагрузке, а также изменения скорости дыхательной реакции на кратковременные воздействия (временные прямоугольные увеличения мощности работы, кратковременные гипоксические и гиперкапническая стимулы) при выполнении длительной физической работы.*

Выявлено, что при развитии утомления в процессе физической нагрузки отмечается снижение пиковых величин реакции, а также скорости их развертывания. Обосновано значение на фоне утомления поддержки чувствительности дыхательных реакций на CO_2 - H^+ -стимул для большей эффективности дыхательной компенсации метаболического ацидоза, что обеспечивало устойчивость и подвижность функциональных реакций на высоком уровне физической работоспособности при конкретной соревновательной деятельности.

Ключевые слова: *кардиореспираторная система, физические нагрузки*

Annotation. *Lysenko O.M., Mishenko V.S. Reactive properties of the cardiorespiratory system in the process and after of the tense physical loading. The changes in the reactivity of the cardiorespiratory system skilled athletes when performing prolonged physical loads (temporary rectangular increase the power of work, short-term hypoxic and hypercapnic stimuli) when performing prolonged physical work.*

It is found that the development of fatigue during exercise marked reduction of peak values of reaction and speed of their deployment. The importance of the background support fatigue sensitivity reactions of the respiratory system to CO_2 - H^+ -stimulus for more efficient respiratory compensation of metabolic acidosis is substantiated, thus ensuring the stability and mobility of functional responses to high physical performance in specific competitive activities.

Key words: *cardiorespiratory system, physical loads*

¹Науково-дослідний інститут Національного університету фізичного виховання і спорту України,

²Академія фізичного виховання і спорту Гданська (Польща)

Одержано редакцією 19.11.2014
Прийнято до публікації 07.12.2014

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА МІРМЕКОФАУНУ ТЕХНОГЕННО-ТРАНСФОРМОВАНИХ ОКОЛИЦЬ ВАТ «НАФТОХІМІК ПРИКАРПАТТЯ»

*Проаналізовано антропогенний вплив на мірмекофауну техногенно-трансформованих околиць ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (Івано-Франківська область). Під дією промислових газоподібних викидів помітно зменшується щільність гнізд мурашок роду *Formica* L., відзначається заміна їх мурашками родів *Lasius* F. і *Myrmica* Latr. Найбільш стійкими до антропогенного пресу є *L. niger* L. і *M. rubra* L., які зустрічаються у всіх порушених ценозах; при цьому, *L. niger* L. виступає домінантом, а *M. rubra* L. – субдомінантом по щільності гнізд.*

Ключові слова: антропогенний вплив, мірмекофауна, щільність гнізд мурашок, *Lasius niger*, *Myrmica rubra*

Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій. Останнім часом все гостріше постає питання про вплив різних видів забруднення на тваринний і рослинний світ. Антропогенний фактор, у більшості випадків, чинить на тварин лише опосередкований вплив, руйнуючи їх місцепроживання, режим трофіки, перериваючи канали внутрішньо-популяційної і біоценотичної інформації [1].

На думку ряду авторів, реакції мурашок на антропогенне забруднення можуть бути різними. Так, відзначається зростання числа домінуючих видів та їх чисельності в міру наближення до джерела викидів сірчаного виробництва [2] і при вапнуванні ґрунту [3]. В районах промислового забруднення спостерігаються зміни просторової структури популяцій мурашок, збільшення в сім'ях частки личинок і лялечок, зменшення маси тіла робочих особин [4, 5]; накопичення міді, свинцю, кадмію, цинку, фтору в тілі мурашок [6, 7].

Отже, реакції мурашок на антропогенний вплив різноманітні: може спостерігатися як підвищення, так і зниження чисельності мурашок, ваги їх тіла, процентного вмісту в тілі мурашок окремих елементів, зміна видового складу і характер фуражування. Виділяється загальна тенденція: при збільшенні ступеня антропогенного впливу на місцеперебування спостерігається збіднення видового складу мурашок і заміна одних видів іншими.

Мета статті – дослідження щільності гнізд і видового складу мурашок в околицях ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття».

Методика

Для вивчення техногенного навантаження на мірмекофауну нами були проведені дослідження щільності гнізд і видового складу мурашок в околицях ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття», яке розміщене в м. Надвірна Надвірнянського району Івано-Франківської області. Надвірнянський нафтопереробний завод належить до найстарших підприємств нафтопереробної промисловості не лише України, а й Європи; виконує функції знесолення, зневоднення та перероблення нафти з одержанням компонентів автомобільних бензинів, дизпалива, мазуту та газу технологічного, а також сировини для вторинних процесів; випускає високооктановий бензин, скраплений газ та нафтовий кокс.

У фауністичних дослідженнях використовували стандартні методи маршрутів по трансектах і облікових майданчиках (Длуський, 1965, 1987; Захаров, 1976). Для кількісного підрахунку видового складу мурашок використовувалися методики К.В. Арнольдї (1948). Підрахунок гнізд і взяття проб мурашок проводились за

методикою Г.М. Длуського (1965). Мурашники описувалися за стандартною методикою (Захаров, 1976).

Дослідні ділянки на території міст закладалися згідно рекомендацій Е.Л. Воробейчика, О.Ф. Садикової і М.Г.Фарафонтова (1994). Більшість ділянок на території міст закладено по трансекті, яка проходить за градієнтом зменшення забруднення.

Зони впливу промислових підприємств на території міст виділені згідно робіт Н.В. Деміденко, Т.А. Скалон (1992) і Л.Н. Коврігіної, Н.А.Фоміної (1995). Ступінь рекреаційного навантаження визначалася відповідно до класифікації Н.М. Бугрової і Ж.І. Резнікової (Bugruva, Reznikova, 1990).

Результати та їх обговорення

Отримані дані при дослідженні 4 ділянок на території м. Надвірна і в контрольній зоні, наведені в табл. 1, з якої видно, що найменша кількість видів мурашок зафіксовано в найбільш забрудненій зоні (ділянка 0 км). Тут відзначені тільки *Lasius niger* і *Myrmica rubra*. Ці види, на думку ряду авторів [8, 9, 10] є найбільш стійкими до антропогенного впливу, що підтверджується і нашими даними.

На ділянці 0 км виявлено випадковий розподіл гнізд *L. niger* по дослідній ділянці і локальні поселення *M. rubra*. Всі виявлені секційні гнізда зазначених видів були розташовані під землею, виходи знаходились під різними укриттями: під камінням, господарським сміттям.

Таблиця 1

Видовий склад мурашок на ділянках із різним ступенем антропогенного впливу

Вид\відстань до джерела забруднення	0 км	1,5 км	5 км	10 км	контроль
<i>Camponotus herculeanus</i>					+
<i>Formica cunicularia</i>			+		+
<i>F. fusca</i>					+
<i>F. polyctena</i>					+
<i>F. pratensis</i>					+
<i>F. rufa</i>					+
<i>Lasius flavus</i>			+	+	+
<i>L. niger</i>	+	+	+	+	+
<i>Myrmica rubra</i>	+		+	+	+
<i>M. ruginodis</i>		+	+	+	+
<i>Tetramorium caespitum</i>			+	+	+

При зменшенні ступеня впливу промислових викидів, але збільшенні ступеня рекреаційного навантаження (ділянка 1,5 км) відзначено також 2 види мурашок (рис. 1). При цьому спостерігається зникнення *M. rubra* і поява гнізд *M. ruginodis*, які зустрічаються і на ділянці 5 км. Ділянки 1,5 км і 5 км піддаються посиленому рекреаційному впливу у порівнянні з іншими дослідними ділянками. На ділянці 1,5 км виявлено моновидове поселення мурашок *L. niger*: усі знайдені гнізда були секційного типу та рівномірно розташовані по всій дослідній території; рідко мурашник являв собою земляний горбик висотою 3-5 см.

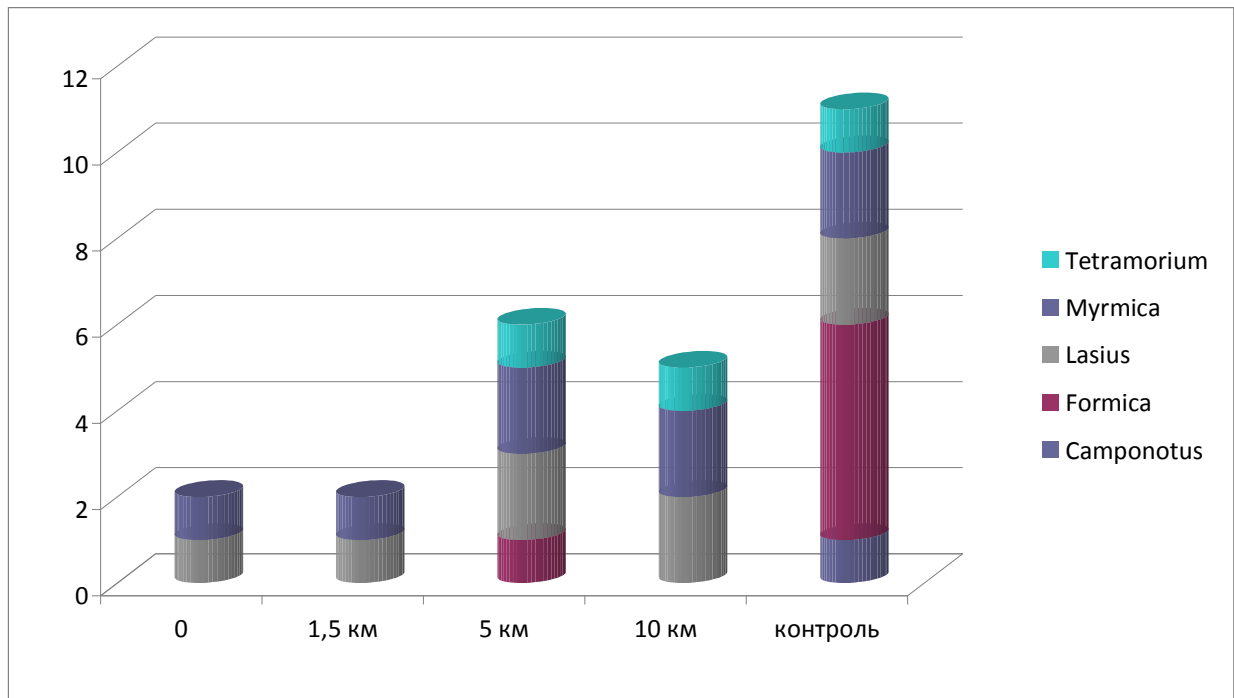


Рис. 1. Видовий склад мурашок дослідної території в зоні впливу ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття»

При віддаленні від джерела забруднення на 5 км видовий склад мурашок збільшується, з'являються *T. caespitum*, *L. flavus* і *F. cunicularia*. Таким чином, всього тут виявлено 6 видів. При цьому спостерігається переважання гнізд *L. niger*, розташованих переважно під камінням. Мурашки *L. niger* і *M. rubra* споруджують тільки підземні секційні гнізда по всій дослідній ділянці.

Мурашки *L. flavus* і *T. caespitum* поселяються локально. *L. flavus* будує гнізда з земляними горбками висотою не більше 25-40 см, *T. caespitum* – підземні з виходами під камінням.

При максимальному віддаленні від джерела поллютантів (на відстані близько 10 км) на території міста порівняно із зоною помірного впливу газоподібних викидів промислових підприємств, зафіксовано деяке зменшення видового складу (до 5 видів). *L. niger* відзначений тут переважно в капсульних гніздах із земляними горбками висотою до 15 см, зрідка – в секційних гніздах. У секційних і дифузних (в деревині) гніздах виявлені мурашки *M. rubra*, *M. ruginodis* знайдені в гніздах з горбками з рослинних решток висотою до 25 см, *L. flavus* – в земляних горбках, що досягали 30 см.

На території контрольної ділянки, яка розміщена на території Надвірнянського лісового господарства, нами виявлено 11 видів мурашок.

Будова гнізд. *L. niger* – наймасовіший вид дослідної території – споруджує тут секційні та капсульні гнізда, закономірність їх розподілу та переважання не виявлено.

Для *M. rubra* також відзначені різні типи гнізд: секційні (підземні з виходами під камінням і корчами) і дифузні (під корою, в товщі листового опаду, в пнях, повалених стовбурах дерев, в мохових купинах). На більш відкритих ділянках *M. rubra* поселяється частіше в секційних гніздах, на решті території переважають гнізда дифузного типу (в деревині).

Мурашники *F. polystena*, знайдені на схилі під камінням, в місцях, важкодоступних для людини. Поселення *F. rufa* зафіксовано на лісовій галявині в капсульному гнізді з рослинних залишків, висотою не більше 40 см. За нашими

спостереженнями, мурашки *Formica s. str.* не витримують збільшення рекреаційного пресу, що збігається з думкою інших авторів. Мурашки *Formica s. str. L.* будують купольні гнізда з рослинних залишків серед чагарників, тобто в місцях, малодоступних для людини. На пішохідних доріжках мурашники не зустрічаються.

У сосновому бору (контроль) відмічені поодинокі гнізда мурашок *F. rufa*, *F. pratensis*, *F. cunicularia*. Більшість знайдених гнізд мурашок у контролі були капсульними: для *Formica s. str. L.* характерні гнізда з рослинних залишків, для інших видів – земляні горбки. Дифузні та секційні гнізда зустрічалися дуже рідко. Мурашники частини видів траплялися поодинокі.

Вивчення щільності поселення мурашок на дослідній території, які піддаються різному ступеню антропогенного впливу, показало, що у мурашок проявляється квазіадаптивний тип реакції на забруднення газоподібними промисловими викидами (табл. 2).

Таблиця 2

Щільність поселення мурашок на ділянках з різним ступенем антропогенного впливу в м Надвірна, гн./25 м²

Вид\відстань до джерела забруднення	0 км	1,5 км	5 км	10 км	контроль
<i>Camponotus herculeanus</i>					0,09
<i>Formica cunicularia</i>			0,08		0,53
<i>F. fusca</i>					0,35
<i>F. polyctena</i>					0,12
<i>F. pratensis</i>					0,03
<i>F. rufa</i>					0,05
<i>Lasius flavus</i>			0,15	0,18	0,43
<i>L. niger</i>	0,72	11,13	4,85	2,13	5,32
<i>Myrmica rubra</i>	0,09		3,15	0,82	1,56
<i>M. ruginodis</i>		0,12	0,18	0,21	0,29
<i>Tetramorium caespitum</i>			0,15	0,23	0,22

Так, загальна щільність гнізд на ділянці 0 км становила 0,81 гн./25 м², при цьому щільність поселення *L. niger* (0,72 гн./25 м²) у 8 разів вища, ніж *M. rubra* (0,09 гн./25 м²). Крім цього, відзначено схильність влаштування гнізд мурашками *M. rubra* у більш затінених місцях – під деревами лісозахисних смуг. Тому, в заростях дерев щільність гнізд досягала 1,25 гн./25 м²; на більшій частині території трапляння гнізд і їх щільність була близька до нуля.

Щільність гнізд мурашок на території м. Надвірна та околиць з різним ступенем антропогенного навантаження подано на рис. 2, 3.

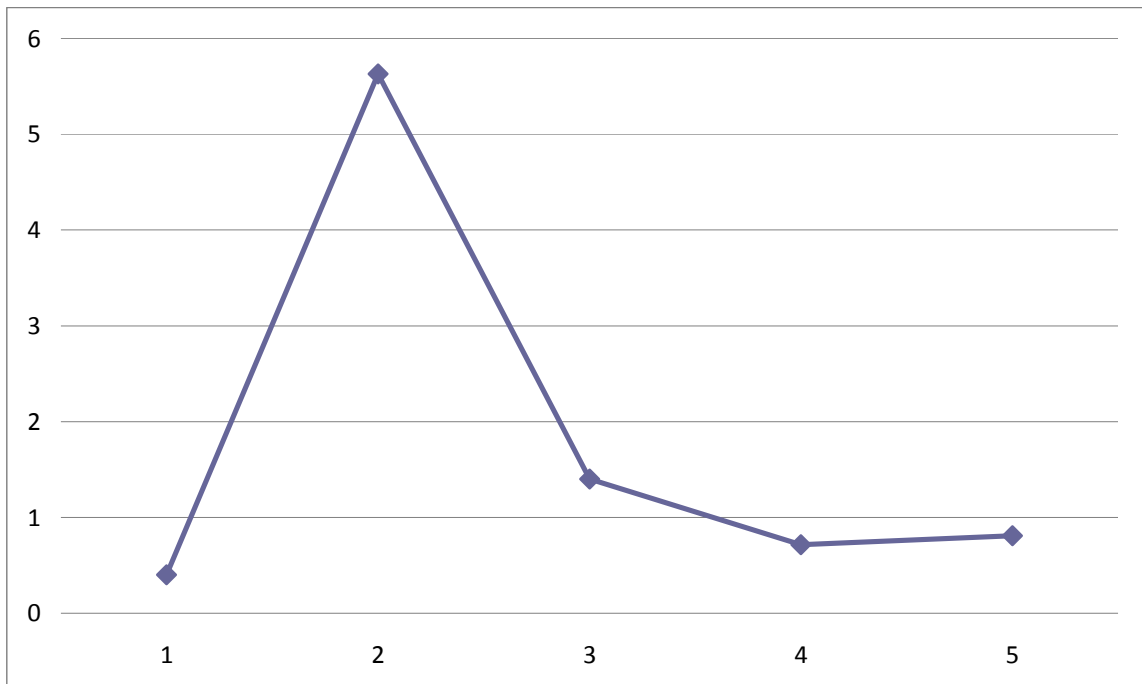


Рис. 2. Щільність гнізд мурашок на території м. Надвірна з різним ступенем антропогенного впливу, гн./25 м². Примітки: 1 – 0 км; 2 – 1,5 км; 3 – 5 км; 4 – 10 км; 5 – контроль

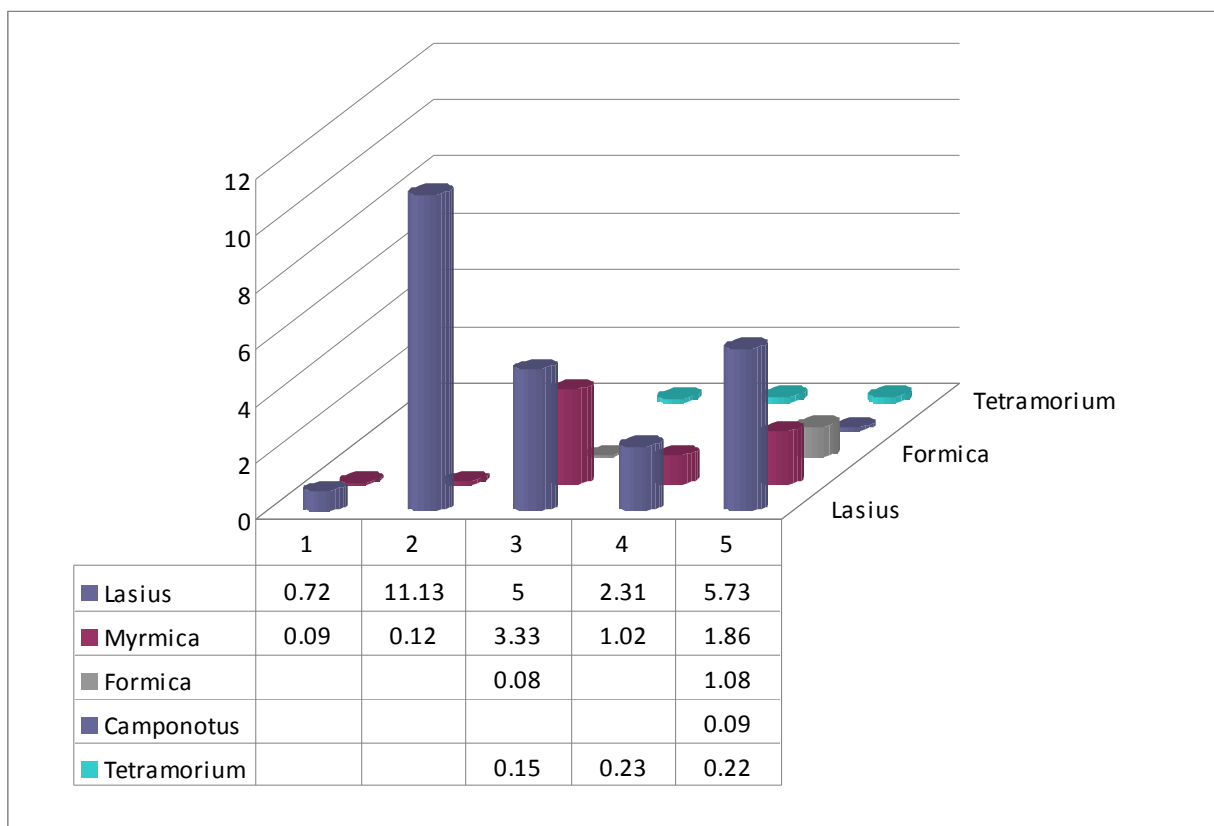


Рис. 3. Щільність гнізд мурашок по родах на території м. Надвірна з різним ступенем антропогенного впливу, гн./25 м². Примітки: 1 – 0 км; 2 – 1,5 км; 3 – 5 км; 4 – 10 км; 5 – контроль

При віддаленні від джерела промислових викидів (1,5 км) спостерігалось збільшення щільності гнізд мурашок. Так, ця ділянка характеризується найбільшою щільністю поселення мурашок на дослідній території міста: в середньому щільність гнізд тут склала 11,25 гн./25 м²; виявлені майданчики, де щільність досягала 32,8 гн./25 м².

На відстані близько 5 км від джерела промислових викидів зафіксовано зменшення щільності гнізд мурашок до 8,43 гн./25 м² на фоні подальшого збільшення видового складу. Найвища щільність поселення спостерігалась для мурашок видів *L. niger* (4,85 гн./25 м²) та *M. rubra* (3,15 гн./25 м²), найменша щільність гнізд виявлена для мурашок виду *F. cunicularia* (0,08 гн./25 м²).

Результати дослідження ділянки, що знаходиться на відстані 10 км від джерела газоподібних викидів, показали подальше зменшення щільності гнізд. Загальна щільність гнізд становить 3,57 гн./25 м². Більшість із гнізд, які були знайдені на дослідній території належали *L. niger* (2,13 гн./25 м²). Гнізда рівномірно розташовані по всій дослідній ділянці. Гнізда *M. rubra* (0,82 гн./25 м²) траплялися випадково. Відзначені локальні поселення мурашок *L. flavus* (0,18 гн./25 м²), *M. ruginodis* (0,2 гн./25 м²) та *T. caespitum* (0,23 гн./25 м²).

Дослідження контрольної ділянки показало, що щільність поселення мурашок складає 8,99 гн./25 м², проте кількість знайдених видів збільшилась до 11. Велика частина зареєстрованих поселень мурашок у контрольній зоні представлена гніздами із земляними горбиками або з горбками з рослинних залишків. Середня висота купольних гнізд досягає 60 см із діаметром валу близько 85 см.

Висновки

1. Техногенне навантаження викидів ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» помітно впливає на щільність гнізд мурашок роду *Formica* L. і відзначається заміна їх мурашками родів *Lasius* F. і *Myrmica* Latr.

2. Висота земляного горбика *L. niger* L. обернено пропорційна відстані до джерела промислових викидів; частота трапляння підземних гнізд мурашок більшості видів прямо пропорційна ступеню антропогенного впливу.

3. Для видів *L. niger* L. і *M. rubra* L. виявлений квазіадаптивний тип реакції на промислові викиди. Ці види, найбільш стійкі до антропогенного пресу, зустрічаються у всіх порушених ценозах, при цьому, *L. niger* L. виступає домінантом, а *M. rubra* L. - субдомінантом по щільності гнізд.

Література

1. Хотько Э.И. Почвенные беспозвоночные и промышленные загрязнения / Э.И. Хотько, Н.В. Ветрова, А.А. Матвеев, Л.С. Чумаков. - 1982. - С. 5-29.
2. Puzskas T. The effect of sulphur industry on epigenic and soil fauna / T. Puzskas // Mem. zool. - 1979. -32. -P.101-118.
3. Puzskar T. Les fourmis (Formicidae) de la zone polluee des établissements de l'azote de Pulawy / T. Puzskas // Mem. Zool. - 1978. - № 29. - S. 129-142.
4. Petal J.M. The effect of industrial pollution of Silesia on population of ants / J.M. Petal // Pol. Ecol. Stud. (PRL). - 1980. - 6, №4. - P. 665-672.
5. Блинов В.В. Влияние выбросов химических предприятий на муравьев / В.В. Блинов // Проблемы почвенной зоологии. Матер. докл. 9 Всесоюз. совещ. - Тбилиси, 1987. - С. 39-40.
6. Bengtsson G. Ground - living invertebrates in metal - polluted forest soils / G. Bengtsson, S. Rundgren // AMBIO: J. of the Human Environ. - 1984. - 13, №1. - P. 29-33.
7. Садыков О.Ф. Некоторые экологические последствия техногенных выбросов фтора / О.Ф. Садыков // Проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду. - М., 1985. - С.43-53.
8. Блинов В.В. Изменение мирмекофауны при некоторых видах хозяйственной деятельности / В.В. Блинов // Биологические основы освоения, реконструкции и охраны животного мира Белоруссии. Тез. докл. V зоол. конф., Минск, 20-21 дек. 1983 г. - Минск: Наука и техника, 1983. - С. 67-68.

9. Бугрова Н.М. Многовидовые ассоциации муравьев в лесопарковой зоне Новосибирского Академгородка / Н.М. Бугрова // Муравьи и защита леса. Тез. докл. 8 Всесоюз. мирмекол. симп. Новосибирск, 4-6 августа, 1987 г. - Новосибирск, 1987. - С. 62-64.
10. Суворов А.А. Муравьи в условиях рекреационной нагрузки / А.А. Суворов // Почвенная фауна и почвенное плодородие: Тр. 9 Междунар. колл. по почв., зоол., Москва, август 1985. - М., 1987. - С. 499-501.

Аннотация. *Микитин Т.В. Антропогенное влияние на мирмекофауну техногенно-трансформированных окрестностей ОАО «Нефтехимик Прикарпатья».* Проанализировано антропогенное воздействие на мирмекофауну техногенно-трансформированных окрестностей ОАО «Нефтехимик Прикарпатья» (Ивано-Франковская область, Украина). Под действием промышленных газообразных выбросов заметно уменьшается плотность гнезд муравьев рода *Formica* L., отмечается замена их муравьями родов *Lasius* F. и *Myrmica* Latr. Наиболее устойчивыми к антропогенному прессу являются *L. niger* L. и *M. rubra* L., которые встречаются во всех нарушенных ценозах; при этом, *L. niger* L. выступает доминантом, а *M. rubra* L. - субдоминантом по плотности гнезд.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, мирмекофауна, плотность гнезд муравьев, *Lasius niger*, *Myrmica rubra*

Annotation. *Mykytyn T.V. Anthropogenic influence on myrmecofauna on the technological-transformed environs OJSC «Naftokhimik Carpathians».* The human impact on myrmecofauna on the technologically-transformed neighborhoods OJSC «Naftokhimik Carpathians» were analyzed. Under the influence of industrial gaseous emissions significantly reduced the density of the ant's nests genus *Formica* Linnaeus, 1758, marked their replacement ants genera *Lasius* Fabricius, 1804 and *Myrmica* Latreille, 1804. Most resistant to anthropogenic pressure is *L. niger* L. and *M. rubra* L., are found in all disturbed coenoses; thus, *L. niger* L. stands dominant, and *M. rubra* L.- subdominant density of the nests.

In the most contaminated zone (area 0) are found only *L. niger* L. and *M. rubra* L. At reduction degree of influence of the industrial emissions, but increasing degree of the recreation (section 1.5 km) marked as 2 species of the ants, observed the disappearance of *M. rubra* L. and appearance of the nests of *M. ruginodis* Nylander. If the distance from the source of pollution to 5 miles ant species composition increases to 6 species, appear *T. caespitum* L., *L. flavus* Fabricius and *F. cunicularia* Latr. Thus there is predominance of nests *L. niger* L., located mainly under stones. At the maximum distance from the source of pollutants (at a distance of about 10 km) recorded a slight decrease in species composition (5 species). At the control plot, located in the territory of Nadvirnianskiy forest, we found 11 species of ants: *C. herculeanus* Forel, *F. cunicularia* Latr., *F. fusca* L., *F. polycytena* Foerster, *F. pratensis* Retzius, *F. rufa* L., *L. flavus* Fabr., *L. niger* L., *M. rubra* L., *M. ruginodis* Nyl. and *T. caespitum* L.

Keywords: human impact, myrmecofauna, density of ant's nests, *Lasius niger*, *Myrmica rubra*.

ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника"

Одержано редакцією	31.10.2014
Прийнято до публікації	07.12.2014

УДК 615.327:546.28]076:579

О.М. Нікіпелова, С.І. Ніколенко, А.В. Мокієнко,
О.М. Хмелєвська, А.Ю. Кисилєвська,
Л.Б. Солодова, О.В. Новодран

МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ СТАН КРЕМНІЄВИХ СЛАБКОМІНЕРАЛІЗОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД УКРАЇНИ

Виявлено та простежено взаємозв'язок між фізико-хімічним складом кремнієвих мінеральних вод двох родовищ України та їх мікробіологічними властивостями з визначенням показників, що пов'язані з продуктами метаболізму аутохтонної мікрофлори мінеральних вод. Результати комплексних фізико-хімічних та мікробіологічних досліджень кремнієвої слабкомінералізованої гідрокарбонатної магнієво-кальцієвої води джерела № 1 Черкаської області та кремнієвої слабкомінералізованої хлоридно-гідрокарбонатної натрієвої води свердловини № 2 Дніпропетровської області дозволили обґрунтувати необхідність визначення у мінеральних водах сапрофітних бактерій (температура культивування 22 °С протягом 72 годин), кількість яких має значення у медико-санітарному аспекті. Проведено вивчення динаміки змін властивостей мінеральних природних вод різного хімічного складу в залежності від показників мікробіологічного стану в процесі зберігання. Рекомендовано доповнення показників якості мінеральних вод за рахунок визначення ціанобактерій та ідентифікування біологічно активних продуктів метаболізму аутохтонної мікрофлори: карбонових кислот і каталази. Встановлено взаємозв'язок між концентрацією карбонових кислот та числом сапрофітних аеробних бактерій, головним чином, псевдомонад.

Ключові слова: кремнієві мінеральні води, аутохтонна мікрофлора, карбонові кислоти, каталаза.

Постановка проблеми. Наявність в Україні різноманіття унікальних мінеральних природних вод свідчить про необхідність їх вивчення, як важливого фактору збереження та поліпшення здоров'я населення.

Раціональне використання мінеральних природних вод значною мірою визначається їх фізико-хімічним складом, санітарно-мікробіологічним станом, наявністю аутохтонних мікроорганізмів, здатністю останньої впливати на органолептичні показники та біологічні властивості. Тому важливим напрямом у курортології є комплексне використання ефективних методів оцінки стану природних лікувальних ресурсів: гідрологічних, фізико-хімічних, мікробіологічних досліджень з метою відстеження ряду показників, завдяки яким прогнозують ступінь безпечності їх споживання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У ґрунтових водах завжди присутня деяка кількість нешкідливих бактерій. Якщо у процесі зберігання число цих мікроорганізмів зростає логарифмічно і зберігається на високому рівні впродовж декількох місяців, ці безпечні бактерії не призводять до погіршення якості води та не завдають шкоди здоров'ю споживачів [8].

Мінеральним водам (МВ), як біологічному середовищу [3], притаманний певний склад власних аутохтонних мікроорганізмів різних еколого-фізіологічних груп, які пристосовуються до конкретних умов існування (температура та хімічний склад). Адже в межах біогеохімічних зон існують приблизно однакові концентрації одного або декількох хімічних елементів. Ці мікроорганізми здійснюють складні біохімічні процеси і здатні активно змінювати рН, Eh, газовий і сольовий склад у широкому діапазоні температур і різної концентрації солей, що пояснює схожість мікробних ценозів МВ, які відносяться до різних географічних районів і мають різну

мінералізацію. Мікробні метаболіти (цукри, аміоцукри, амінокислоти тощо) утворюють частину органічного фону підземних МВ [4].

Специфічні аутохтонні мікроорганізми складають характерний ценоз МВ. В залежності від різних умов навколишнього середовища мікробний ценоз може змінюватись. Тому його стабільність є одним з переконливих критеріїв якості кожної МВ.

Мікробіологія ґрунтових і питних вод представлена у одному з закордонних оглядів літератури [10]. Підкреслено, що аутохтонні мікроорганізми не включають збудників захворювань. Здебільшого вони представлені оліготрофними бактеріями, а також різними еколого-фізіологічними групами мікроорганізмів. Бактерії, які присутні у фасованій або нефасованій МВ, позбавлені патогенних властивостей, тому що не виробляють токсичних метаболітів і не володіють здатністю розвиватися у шлунково-кишковому тракті споживача МВ. Експериментальні та епідеміологічні дані свідчать, що аутохтонні бактерії природних МВ не є чинниками патологічних розладів у людей та тварин і не здатні викликати руйнування клітинних культур *in vitro*. З моменту введення нормативних документів ЄС органами охорони здоров'я не зафіксовано жодного випадку захворювань, які спричинені вживанням природних МВ [7].

У МВ знаходять також водорості та ціанобактерії. Небезпечність ціанобактерій полягає у тому, що майже всі вони виявляють токсичні властивості. Як відомо, проблема масового розвитку токсичних ціанобактерій у водоймах питного та рекреаційного призначення з точки зору безпеки для здоров'я людини віднесена ВООЗ до однієї з пріоритетних (Guidelines for drinking water quality/World Health Organisation. The 4d ed., Geneva, 2011). Надходження ціанобактерій роду *Microcystis* у кількості 9 млн. кл/дм³ або ціанобактерій роду *Oscillatoria* у кількості 19 млн. кл/ дм³ призводить до підвищення концентрації токсину мікроцистіна у воді, в середньому, до 1 мкг/ дм³. Мінімальна зареєстрована концентрація клітин ціанобактерій у воді, яка призводить до утворення концентрації мікроцистіна у воді 1 мкг/ дм³, складає 6 млн.кл/дм³.

В Україні дотепер показника безпечності вмісту ціанобактерій в МВ не існує. Тому систему критеріїв оцінки якісного стану у моніторингу мінеральних природних вод доцільно доповнити визначенням ціанобактерій, що буде сприяти безпечному використанню МВ, як природних столових так і лікувально-столових із профілактичною та лікувальною метою.

Особливого інтересу набуває визначення аутохтонної мікрофлори, що задіяна у формуванні біологічних властивостей кремнієвих мінеральних вод, значно поширених в Україні. За геоструктурними, гідрохімічними та геотермальними умовами в Україні можна виділити два основних регіони розвитку кремнієвих МВ: область молодого гороутворення — Карпати (термальні кремнієві) та платформна область (Український кристалічний масив, Дніпровсько-Донецька западина, Волино-Подільська плита тощо) [2, 5].

Кремній в мінеральних водах знаходиться в розчиненому стані у вигляді метакремнієвої кислоти (H₂SiO₃) і полікремнієвих кислот. Згідно діючих нормативних документів нижня межа вмісту метакремнієвої кислоти, як терапевтично активного компоненту, складає 50 мг/дм³ [1]. Концентрація кремнієвих кислот у водах залежить від температури і тиску. Чим вище температура і тиск у середовищі формування МВ, тим вище концентрація даної кислоти. Вміст цієї сполуки — до 50 мг/дм³ — характерний для холодних, слабкотермальних вод з температурою до 35 °С, які утворюються на невеликих глибинах з невисоким тиском. Кремнієва кислота з концентрацією від 50 до 100 мг/дм³ спостерігається звичайно в термальних водах глибинного походження в умовах

підвищеного тиску при температурі до 60 °С — 70 °С. Більш високий вміст кислоти (понад 100 мг /дм³) зустрічається на території України досить рідко.

Іонний склад МВ визначається вмісними породами. Води, що циркулюють у осадових породах Дніпровсько-Донецької западини, Волино-Подільської плити, Причорноморської западини, гранітах Українського кристалічного масиву тощо, за своїм складом гідрокарбонатні, сульфатно-гідрокарбонатні, хлоридно-гідрокарбонатні кальцієві, натрієво-кальцієві, магнієво-кальцієві. Вони формуються в результаті вилуговування кварцево-польовошпатових мінералів. Води, головним чином, інфільтрогенного, рідше змішаного інфільтрогенно-седиментаційного походження.

Основний хімічний склад кремнієвих вод гірського регіону набагато складніший. Він варіює від гідрокарбонатного кальцієво-натрієвого до хлоридного натрієвого складу. Головним процесом формування сольового складу є вилуговування водовмісних порід в умовах підвищених температур. В останньому випадку агресивність води підсилюється за рахунок великої кількості термометаморфічної вуглекислоти. Формування вод гідрокарбонатного кальцієво-натрієвого складу здійснюється за рахунок атмосферних опадів. Можлива невелика кількість вод седиментаційного генезу [9].

Екологічне розподілення кремнію у значному ступені залежить від активності мікроорганізмів. Деякі мікроорганізми засвоюють його і використовують для побудови та підтримки клітинних структур. До них відносяться діатомові, золотисті водорості, деякі *silicoflagellates*, *xanthophytes*, радіолярії та *actinopodes*. Деякі бактерії забезпечують включення кремнію. Гриби та лишайники здатні солюбілізувати силікати і діоксид кремнію шляхом формування ентеросорбентів, кислот, лугів або екзополісахаридів, які реагують з діоксидом кремнію та силікатами. Таким чином, саме кремнієві МВ представляють неабияку важливість щодо вивчення динаміки змін їх хімічного складу в залежності від показників мікробіологічного стану.

Актуальність роботи обумовлено необхідністю розв'язання проблем удосконалення оцінки якості мінеральних природних вод за рахунок розширення переліку показників специфічних біологічно активних компонентів та сполук, що буде сприяти розвитку курортно-рекреаційної сфери, удосконаленню уніфікованої оцінки якості мінеральних природних вод України.

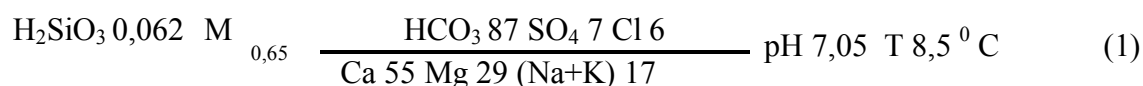
Мета статті. Вивчення фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей кремнієвих мінеральних природних вод двох родовищ України.

Об'єкти досліджень — кремнієві мінеральні природні води джерела № 1 Черкаської області та свердловини № 2 Дніпропетровської області.

Результати та їх обговорення

За результатами фізико-хімічних досліджень МВ джерела № 1 Черкаської області — кремнієва слабкомінералізована гідрокарбонатна магнієво-кальцієва з загальною мінералізацією 0,65 г/дм³, значення рН МВ в природних умовах — 7,05 од. рН.

Формула хімічного складу МВ:



Санітарно-хімічні показники (вміст нітрат-, нітрит-іонів, іонів амонію) та компоненти і сполуки, що регламентуються ДСТУ 878-93 «Води мінеральні фасовані. Технічні умови» [1], визначено у концентраціях, нижчих за гранично допустимі. Вміст

такої біологічно активної сполуки як метакремнієва кислота складає від 61,16 мг/дм³ до 61,52 мг/дм³, що відповідає існуючим критеріям до кремнієвих МВ.

Досліджено динаміку змін показників мінеральної води джерела № 1 в процесі зберігання протягом 6 місяців.

Слід відзначити тенденцію зростання рН в процесі зберігання, від 7,05 до 7,40 од. рН в воді в природних умовах та від 7,40 до 7,60 од. рН в воді в позагеологічних умовах, тобто середовище стає більш лужним. Макрокомпонентний склад води залишається стабільним, про що свідчить незмінний вміст гідрокарбонат-іонів. Вміст біологічно активної сполуки — метакремнієвої кислоти — в процесі зберігання зменшується від 61,52 мг/дм³ до 54,04 мг/дм³, що може бути пов'язано з процесами життєдіяльності аутохтонної мікрофлори.

Результати мікробіологічних досліджень МВ джерела № 1 свідчать про здатність сапрофітних бактерій поступово збільшувати свою чисельність по мірі знаходження МВ у позагеологічних умовах. Це стосується також мікроорганізмів, які засвоюють органічний азот та олігокарботрофних бактерій. З води висіювали незначну кількість амілолітичних бактерій — продуцентів α -амілази та залізоокиснювальних бактерій (рис. 1).



Рис. 1. Колонія залізоокиснювальних бактерій з МВ джерела № 1

Маслянокислі бактерії — продуценти жирних кислот — мали значне чисельне представництво (10^8 КУО/см³). Теж стосується і амоніфікувальних бактерій. Інтенсивність розвитку цих мікроорганізмів оцінено у 5 балів. Серед амоніфікувальних бактерій визначено присутність флуоресціюючих псевдомонад, метаболічна діяльність яких здатна супроводжуватися накопиченням у воді карбонових кислот, які було знайдено у МВ. Бактерії роду *Pseudomonas* широко використовуються у господарській практиці, а також у якості моделей для багаточисельних теоретичних досліджень. Так, при використанні у якості продуцентів деяких штамів бактерій *P. fluorescens* здійснюється біосинтез органічних кислот: глюконової, 2-кетоглюконової, α -кетоглутарової та піровіноградної. З пофарбованих речовин, які синтезують бактерії роду *Pseudomonas*, було виділено хімічні речовини, які мають антибіотичні властивості проти грампозитивних та грамнегативних бактерій, дріжджів та мікроміцетів.

Крім антибіотиків, до складу пофарбованих речовин, які синтезують псевдомонади, входять вітаміни. Ще у 30-х роках минулого сторіччя відмічали, що до складу жовто-зеленого флуоресціюючого пігменту, який синтезують псевдомонади,

входять рибофлавін, фолієва кислота, птерін. У роботі [6] відмічається, що флуоресціюючі псевдомонади можуть бути продуцентами ферментів. Так, при вивченні процесу синтезу ферменту аспарагінази, використовують *P. fluorescens*. Аспарагіназа володіє канцеро-статичною дією.

У пробах МВ джерела № 1 виявлено жиророзщеплюючі бактерії, які здатні розкласти жири з утворенням жирних кислот та CO₂.

Також спостерігали наявність метанутворювальних мікроорганізмів, які відносять до архебактерій. До складу їх клітин входять хромофорні фактори, що дозволило використовувати цю властивість при підрахунку кількості цих бактерій за допомогою УФ-опромінювання. Ці мікроорганізми викликають бродіння солей органічних кислот, сприяють утворенню метану, CO₂, вітаміну B₁₂.

Проба МВ мала сульфатвідновлювальні бактерії (*Desulfovibrio desulfuricans*). Ці бактерії здатні активно впливати на окиснювально-відновлювальний потенціал води, завдяки утворенню сірководню. Але їх кількісне представництво у воді було незначним – 1, 0 КУО/см³.

В пробах зареєстровано розвиток тіонових бактерій (*Thiobacillus thioparus*), які окиснюють сірководень, сприяючи утворенню сульфатів, необхідних при лікуванні захворювань гепатобіліарної системи. Як відомо, всі тіонові бактерії здатні використовувати енергію окиснення відновлених сполук сірки у сірчану кислоту для асиміляції вуглецю, для побудови клітинного тіла та усіх інших функцій. Бактерії роду *Thiobacillus* мають велику фізіологічну пристосованість до умов мешкання. Вид *Thiobacillus thioparus* є типовим представником автотрофних тіонових бактерій. Його культивування здійснювали на поживному середовищі з тіосульфатом натрію. Розвиток цих бактерій супроводжувався появою на поверхні середовища плівки сірки.

З МВ джерела № 1 висіяно денітрифікувальні бактерії, які обумовлюють процеси міграції азоту у підземних водах. Вони здатні застосовувати вуглеводи, смоли, бітуми, спирти, органічні кислоти, продукти розпаду білків. Ці бактерії сприяють звільненню водної маси від нітритів та нітратів.

У МВ джерела № 1 було знайдено клітини *Chaetoceros sp.*, *Nitzschia sp.*, пусті клітини діатомових водоростей.

Таким чином, МВ джерела № 1 колонізована різноманітною мікрофлорою, еколого-фізіологічні групи якої здатні розвиватися у аеробних та анаеробних умовах.

Результати визначення каталазної активності МВ джерела № 1 (табл.) свідчать про зниження каталазної активності води в процесі її зберігання.

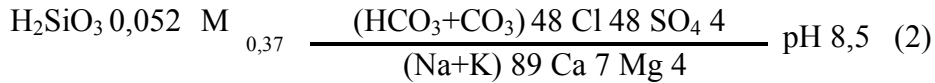
Таблиця

Каталазна активність МВ джерела № 1 в процесі зберігання

Найменування проби	Термін зберігання, міс./кількість, %		
	3	4	5
МВ джерела № 1 в природному стані	51,0	34,0	17,0
МВ джерела № 1 фасована	42,5	29,8	12,8

Після відповідного опрацювання методу дослідження та застосування його для МВ різних типів каталазна активність води може бути використана в подальшому як додатковий критерій оцінки якості МВ.

За результатами досліджень МВ свр. № 2 Дніпропетровської області — кремнієва слабкомінералізована хлоридно-гідрокарбонатна натрієва з загальною мінералізацією 0,37 — 0,38 г/дм³. Формула хімічного складу МВ:



Санітарно-хімічні показники (нітрат-, нітрит-іони, іони амонію) та компоненти і сполуки, що регламентуються ДСТУ 878-93 [1], визначено у концентраціях, нижчих за гранично допустимі. Вміст метакремнієвої кислоти складає від 52,22 до 52,76 мг/дм³, що відповідає існуючим критеріям до кремнієвих МВ.

Аналіз отриманих результатів показав, що МВ свр. № 2 містила при посіві біля джерела підвищену кількість сапрофітних бактерій, тобто — $1,5 \cdot 10^2$ КУО/см³, на відміну від вимог Директиви 2009/54/ЕС (Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the council of 18 June 2009 on the exploitation and marketing of natural mineral waters), яка вимагає 20 КУО/см³. Кількість олігокарботрофних бактерій складала 1,0 КУО/см³. Висіяно мікроорганізми, які засвоюють органічний азот, гетеротрофні бактерії — продуценти амінокислот, амілолітичні, залізоокиснювальні, багаточисельними були маслянокислі та амоніфікувальні аеробні бактерії — 10^8 КУО/см³. Крім цих еколого-фізіологічних груп у природній воді знайдено жироросщеплюючі, тіонові та метанутворювальні бактерії.

З МВ висіяно діатомові водорості роду *Nitzschia sp.*

У роботі проведено ідентифікацію і визначення карбонових (жирних) кислот. В мінеральних водах присутні такі кислоти як:

- мірїстинова — $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$,
- пальмітінова — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$,
- стеаринова — $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$,
- олеїнова — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$,
- ліноленова — $\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- лінолева — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- арахідонова — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
- 11-ейкозенова — $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_9-\text{COOH}$
- бегенова — $\text{C}_{21}\text{H}_{43}\text{COOH}$
- лігноцеринова — $\text{C}_{24}\text{H}_{48}\text{O}_2 = \text{C}_{23}\text{H}_{47}\text{CO}_2\text{H}$.

Карбонові кислоти слід вважати значимими вторинними метаболітами аутохтонної мікрофлори природних МВ, оскільки ці сполуки посідають важливе місце в синтезі інгібуючих або бактерицидних речовин.

Аналіз отриманих результатів показав, що МВ свр. № 2 містила при посіві біля джерела підвищену кількість сапрофітних бактерій, тобто — $1,5 \cdot 10^2$ КУО/см³, на відміну від вимог Директиви 2009/54/ЕС (Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the council of 18 June 2009 on the exploitation and marketing of natural mineral waters), яка вимагає 20 КУО/см³. Кількість олігокарботрофних бактерій складала 1,0 КУО/см³. Висіяно мікроорганізми, які засвоюють органічний азот, гетеротрофні бактерії — продуценти амінокислот, амілолітичні, залізоокиснювальні, багаточисельними були маслянокислі та амоніфікувальні аеробні бактерії — 10^8 КУО/см³. Крім цих еколого-фізіологічних груп у природній воді знайдено жироросщеплюючі, тіонові та метанутворювальні бактерії.

З МВ висіяно діатомові водорості роду *Nitzschia sp.*

Висновки

Впродовж проведення роботи простежено взаємозв'язок між фізико-хімічними та мікробіологічними характеристиками мінеральних вод. Результати досліджень дозволили зробити наступні висновки:

а) визначення сапрофітних бактерій у МВ (температура культивування 22 °С протягом 72 годин) має значення у медико-санітарному аспекті;

б) невідповідність кількості сапрофітних бактерій вимогам Директиви 2009/54/ЄС (20 КУО/см³) свідчить про забруднення МВ. У цьому випадку слід звертати увагу на захист водовмісного шару від антропогенного забруднення;

в) зберігання проб МВ у скляній тарі та РЕТ при температурі 6 °С не зупиняє розвиток сапрофітної мікрофлори. Тому при регламентуванні сапрофітних бактерій, як показника якості мінеральних вод, їх слід визначати безпосередньо біля джерела або не пізніше 12 год після відбору води з джерела (зберігання проб при температурі 4 °С ± 1 °С).

Обґрунтовано необхідність доповнення показників якості МВ визначенням ціанобактерій. Небезпечність ціанобактерій полягає у тому, що майже усі вони проявляють токсичні властивості.

Визначено та ідентифіковано продукти метаболізму аутохтонної мікрофлори МВ: карбонові кислоти та каталазу. Встановлено взаємозв'язок між концентрацією карбонових кислот та числом сапрофітних аеробних бактерій, головним чином, псевдомонад. Це свідчить про їх значущість як продуцентів вторинних метаболітів, що визначають бальнеологічну цінність МВ при їх застосуванні у санаторно-курортній та позакурортній практиці.

Література

1. Води мінеральні фасовані. Технічні умови : ДСТУ 878-93. — [Чинний від 1995-01-01]. К.: Держстандарт України, 1994. — 88 с. — (Державний стандарт України).
2. Колесник, Е.О. Мінеральні води України / Е.О. Колесник, К.Д. Бабов — К. : Купріянова, 2005. — 560 с.
3. Ніколенко, С.І. Мікробний ценоз мінеральних вод застосовуваних при порушенні вуглеводного обміну у людини / С.І. Ніколенко, Л.О. Осіпчук, Л. Б. Солодова // Медична реабілітація. — 2003. — № 2 (34). — С. 48—49.
4. Порядок здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів / [К.Д. Бабов, Т.А. Золотарьова, Б.А. Насібуллін та ін.]. — К. : КІМ, 2008. — 176 с.
5. Крайнов, С.Р. и др. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. Изд. второе, доп. / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец; отв. ред. ак. Н.М. Лаверов. — М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2012. — 672 с.
6. Никитин, Д.И. Семейство псевдомонады (Pseudomonadaceae) : (Жизнь растений) : Т. 1.—М.: Просвещение, 1974. — С. 209 — 218.
7. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене: учебн. пособие / [Е.И. Гончарук, Р.Д. Габович, С.И. Гаркавий и др.]; под ред. Е.И. Гончарука. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1990. — 416 с.
8. Loy A. Diversity of Bacteria Growing in Natural Mineral Water after Bottling / A. Loy, W. Beisker, H. Meier // Applied and Environmental Microbiology. — 2005. — V. 71, № 7. — P. 3624—3632.
9. Chapelle, F.H. Geochemistry of groundwater, In J.I. Drever (ed.), Surface and groundwater, weathering and soils. Vol. 5 Treatise in geochemistry, Elsevier-Pergamon, Oxford, 2003. — P. 425—449.
10. Schmidt-Lorentz, W. Untersuchungen über den Keimgehalt von unkarbonisiertem, natürlichem Mineralwasser und Überlegungen zum bakteriologisch-hygienischen Beurteilen von uncarbonisiertem Mineralwasser / W. Schmidt-Lorentz // Chem Microbiol., Technol. Lebensm. — 1974. — V. 3, № 4. — P. 175—184.

Аннотация. Никипелова Е.М., Николенко С.И., Мокиенко А.В., Хмелевская О.Н., Кисилевская А.Ю., Солодова Л.Б., Новодран А.В. Микробиологическое состояние кремниевых слабоминерализованных минеральных вод Украины. Выявлена и прослежена взаимосвязь между физико-химическим составом кремниевых минеральных вод двух месторождений Украины и их микробиологическими свойствами с определением показателей, связанных с продуктами метаболизма аутохтонной микрофлоры минеральных вод. Результаты комплексных физико-химических и микробиологических исследований кремниевой слабоминерализованной гидрокарбонатной магниевой-кальциевой воды источника № 1 Черкасской области и кремниевой слабоминерализованной хлоридно - гидрокарбонатной

натриевой воды скважины № 2 Днепропетровской области позволили обосновать необходимость определения в минеральных водах сапрофитных бактерий (температура культивирования 22° С в течение 72 часов), количество которых имеет значение в медико - санитарном аспекте. Проведено изучение динамики изменений свойств минеральных природных вод различного химического состава в зависимости от показателей микробиологического состояния в процессе хранения. Рекомендуется дополнение показателей качества минеральных вод за счет определения цианобактерий и идентификации биологически активных продуктов метаболизма аутохтонной микрофлоры : карбоновых кислот и каталазы. Установлена взаимосвязь между концентрацией карбоновых кислот и числом сапрофитных аэробных бактерий, главным образом, псевдомонад.

Ключевые слова: кремниевые минеральные воды, аутохтонных микрофлора, карбоновые кислоты, каталаза.

Summary. *Nikipelova E.M., Nikolenko S.I., Mokienko A.V., Khmyelyevska O.N., Kisilevska A.Y., Solodova L.B., Novodran A.V. Microbiological status of slightly mineralized silicon Ukrainian mineral water. Identified and investigated the relationship between the physical and chemical composition of silicon mineral water two deposits of Ukraine and microbiological properties of the definition of indicators related to metabolic products of autochthonous microflora in mineral water . Results of complex physico- chemical and microbiological studies on hydrocarbon brackish silicon magnesium- calcium water source number 1 of Cherkasy region and brackish silicon chloride - sodium hydro carbonate water hole number 2 of Dnipropetrovsk region allowed to justify the need to determine the mineral waters of saprophytic bacteria (culture temperature of 22 ° C for 72 hours) , the number of which has a value in health aspects. The study of the dynamics of changes in the properties of natural mineral waters of different chemical composition depending on the performance of microbial status during storage. Recommended addition of quality mineral waters by identifying cyanobacteria and identification of biologically active metabolic products of autochthonous microflora : carboxylic acids and catalase. The relationship between the concentration of carboxylic acid and the number of aerobic bacteria saprophytic mainly pseudomonads.*

Keywords: *silicon mineral water, autochthonous microflora, carboxylic acids, catalase.*

Український державний центр стандартизації і контролю якості природних і преформованих засобів Державної установи «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України», Одеса

Одержано редакцією
Прийнято до публікації

16.05.2014
07.12.2014

ОЦІНКА НЕЙРОДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЮНАКІВ З ВРОДЖЕНИМИ ЗОРОВИМИ ДИСФУНКЦІЯМИ В УМОВАХ СЕНСОРНО-МОТОРНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

Методами нелінійного аналізу здійснено оцінку нейродинамічних систем головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями та нормальнозорих юнаків в умовах спокійного неспання та сенсорно-моторної інтеграції. Вивчалися показники розмірності внесків, кореляційної розмірності, максимальної експоненти Ляпунова та ентропії Колмогорова-Сіная.

Встановлено, що вроджені зорові дисфункції призводять до функціональної реорганізації головного мозку. В умовах спокійного неспання юнакам з вродженими зоровими дисфункціями притаманний стан напруженої слухової уваги та постійний перебіг мультисенсорних інформаційних процесів у правій півкулі.

Сенсорно-моторна інтеграція викликала значні зміни нейродинамічних систем головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями, тоді як серед нормальнозорих юнаків нелінійна динаміка електричної активності головного мозку суттєво не змінювалася.

За умов сенсорно-моторної інтеграції у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями поряд з адекватними змінами нейродинаміки, спрямованими на покращення дискримінації тонів, ми спостерігали недостатність контролюючо-виконавчих церебральних систем, що ускладнювали процес порівняння звукового сигналу з еталоном у робочій пам'яті та/або прийняття рішення щодо типу моторної відповіді.

Показано, що у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями в процесі сенсорно-моторної інтеграції зорова кора може приймати участь у дискримінації звукових подразників.

Ключові слова: ЕЕГ, нелінійна динаміка, сенсорно-моторна інтеграція, зорові дисфункції, юнацький вік

Постановка проблеми. У другій половині ХХ ст. Нобелівськими лауреатами Д. Хьюбелом та Т.Н. Візелом на моделі зорової депривації у тварин вперше показано високу чутливість незрілого мозку до змінених сенсорних умов існування на ранніх етапах постнатального розвитку [12]. З того моменту накопичено багато даних щодо структурної реорганізації деаферентованої сенсорної кори у тварин, а у ХХІ ст. – щодо структурно-функціональної реорганізації зорової кори у сліпих людей [9; 13; 17; 23; 25; 28; 33]. Результати цих досліджень свідчать про високу пластичність головного мозку, але її механізми на різних рівнях організації живої матерії повністю не розкриті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значна частина досліджень нейроанатомії та нейрофізіології сліпих людей акцентує свою увагу лише на характеристиках зорової системи. Зокрема, встановлено, що у *людей з вродженою сліпотою*, порівняно зі зрячими, значно зменшений об'єм сірої речовини у латеральних колінчастих тілах [23], задній частині подушки таламуса [23], стріарній [23] та екстрастріарній [28] корі, структурах вентрального зорового тракту [23]. У той же час показано, що об'ємна атрофія сірої речовини у зоровій корі при вродженій або рано набутій сліпоті обумовлена зменшенням площі поверхні кори, а не її стоншенням [13].

Методами викликаних і пов'язаних з подіями потенціалів, транскраніальної магнітної стимуляції та сучасної нейровізуалізації (функціональної магніторезонансної томографії, позитронно-емісійної томографії) показана активація потиличної області кори головного мозку сліпих в обробці сигналів незорової модальності [9; 17; 25; 33]. Отримані дані вказують на пластичні зміни у зоровій корі сліпих, але залишається дискусійним питання про те чи є ці зміни наслідком кросс-модальної пластичності та/або надмодальних властивостей зорової кори?

Вивчення феномену зорової депривації у людини пов'язано головним чином з дослідженнями сліпих людей, що сприяє більш чіткому виявленню ефектів зорової депривації. У той же час до цих досліджень залучаються дорослі (від 20 років і старше) сліпі, а їх кількість досить часто не перевищує 10 осіб різної статі. У той же час залишається незрозумілим, чи буде виникати структурно-функціональна реорганізація головного мозку за умов частково обмеженої зорової аферентації? Як співвідносяться процеси реорганізації за умов депривації з загальними механізмами нейроонтогенезу? Чи мають процеси реорганізації головного мозку гендерні особливості?

Необхідно відзначити, що більшість з досліджень головного мозку сліпих ґрунтується на даних магніто-резонансної або позитронно-емісійної томографії, що характеризуються низькою просторовою роздільною здатністю та пов'язані з опосередкованим аналізом активності структур головного мозку на підставі коливання гемодинамічних та/або метаболічних параметрів. У той же час електроенцефалографія на сьогодні залишається єдиним методом, що безпосередньо реєструє електричну активність головного мозку та має високу часову роздільну здатність. Традиційні методи кореляційно-спектрального аналізу не використовують таку перевагу ЕЕГ як висока роздільна здатність, оскільки дають характеристику стану системи, а не її динаміки. Утім в останні десятиліття все більше даних накопичено щодо нелінійної природи ЕЕГ-сигналів, тобто електрична активність головного мозку характеризується значною динамікою у просторово-часовому континуумі. Саме тому для поглиблення сучасних уявлень і виявлення більш тонких закономірностей функціонування головного мозку в нагоді можуть стати методи нелінійної динаміки, які добре зарекомендували себе в клінічній нейрофізіології.

Мета статті – виявити особливості нейродинамічних систем головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями порівняно з нормальнозорим контролем в умовах сенсорно-моторної інтеграції.

Методика

У дослідженні прийняло участь 14 юнаків (18,14±0,28 років) з вродженими двобічними зоровими дисфункціями (середня коригована гострота зору 0,09±0,003 на обох очах) та 12 нормальнозорих юнаків (17,50±0,18 років). Загальними критеріями для включення юнаків у дослідження була відсутність органічної патології ЦНС та черепно-мозкової травми в анамнезі, неврологічних чи психічних розладів, фармакологічної терапії на момент обстеження. Дослідження проводилися з дотриманням національних норм біоетики та положень Хельсинської декларації 1975 р. (у редакції 2000 р.) за попередньою згодою самих досліджуваних та/або їх батьків після інформування про цілі, тривалість та процедуру дослідження.

ЕЕГ-потенціали відводили монополярно у 23 відведеннях відповідно до міжнародної системи «10-20» з усередненим референтним електродом за D. Goldman з симетричних областей. Виявлення окорухових артефактів на ЕЕГ здійснювали за окулограмою. Реєстрацію ЕЕГ проводили при закритих очах за двох станів (по 2,5 хв. кожний): 1) спокійне неспання; 2) виконання складної аудіо-моторної реакції вибору. Для цього за допомогою АПК для проведення психофізіологічних досліджень [1] через колонки бінаурально пред'являлися звуки двох тональностей (500 Гц, 1 кГц), у відповідь на які досліджуваному необхідно було натискати правою рукою на праву (для 500 Гц), а лівою рукою на ліву (для 1кГц) кнопку на пульті. Тривалість експозиції тональних сигналів становила 700 мс, а міжстимульний інтервал – від 500 до 1500 мс. Запису ЕЕГ передувала тренувальна вправа.

Для подальшого нелінійного аналізу відбирали 35–45 с безартефактні фрагменти запису для кожного стану. Для цього здійснено відновлення аттрактора у фазовому

просторі методом затримки. Визначання часу затримки проводилося на основі оцінки «форми» аттрактора, що реконструюється: час затримки обирають таким чином, щоб розміри реконструйованого аттрактора за всіма осями були максимально наближеними [2].

Після реконструкції аттрактора у фазовому просторі визначали наступні ключові нелінійні показники: *кореляційна розмірність* ($D2$, од.) на підставі кореляційного інтегралу [10]; *розмірність внесків* (PB , од.) на підставі стабілізації значень кореляційної розмірності [3]; *максимальна експонента (показник) Ляпунова* (mEL , од./с) на підставі алгоритму A. Wolf et al. (1985) і J.P. Eckmann et al. (1986) та метода аналога [15]; *ентропія Колмогорова-Сіная* (метрична, динамічна ентропія, eKS , біт/с) на підставі спектра показників Ляпунова [2].

Розмірність внесків (PB , од.) дозволяє зробити припущення про те, як багато компонентів формують дану динамічну систему; *кореляційна розмірність* ($D2$, од.) – міра складності (число ступенів свободи) системи; *ентропія Колмогорова-Сіная* (eKS , біт/с) – міра регулярності або впорядкованості системи; *максимальна експонента Ляпунова* (mEL , од./с) – міра хаотичності, складності та гнучкості динамічної системи [3].

Електрофізіологічні дані оброблялися загальноприйнятими методами варіаційної статистики та представлені у вигляді $\bar{x} \pm m$. Для порівняння груп дітей з різним станом зорової функції використовувався непараметричний критерій “U” Вілкоксона-Манна-Уїтні. Достовірними вважалися відмінності при значеннях $P \leq 0.05$.

Результати та їх обговорення

За результатами дослідження виявлено особливості нелінійної динаміки електричної активності головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями порівняно з нормальнозорими як в умовах спокійного неспання, так і при сенсорно-моторній інтеграції.

Міжгрупові порівняння в умовах спокійного неспання. Юнаки з вродженими двобічними зоровими дисфункціями характеризувалися більш низькими, порівняно з контролем, значеннями mEL і eKS у правій передньо-скроневій області та більш високими значеннями цих показників у правій тім'яній області (рис. 1).

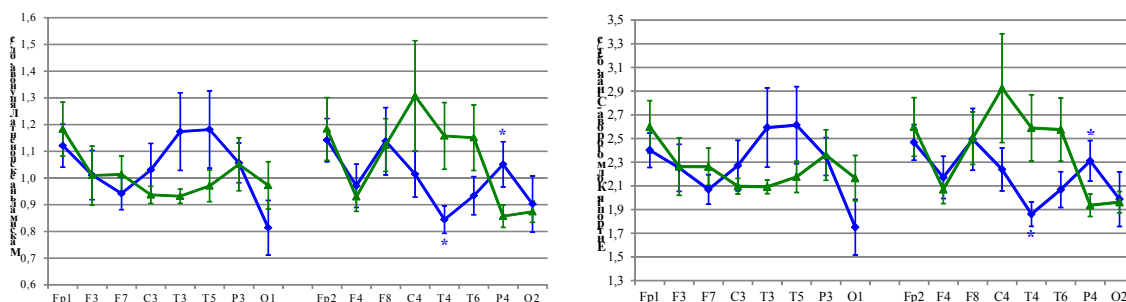


Рис. 1. Значення параметрів нелінійної динаміки електричної активності головного мозку юнаків з різним станом зорової функції

Примітки: -◆- – юнаки з вродженими зоровими дисфункціями, -▲- – нормальнозорі юнаки (контроль), * - достовірність відмінностей з контролем при $P \leq 0,05$

Тобто у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями спостерігався більш низький, порівняно з контролем, рівень хаосу та кількості конкуруючих нервових процесів у передньо-скроневій області. Значна частина цієї області належить до проєкційних зон слухового аналізатора та має переваги в аналізі мови та тональності звукових подразників [21], що дає підставу говорити про стан підвищеної слухової уваги до звукових подразників, зокрема, мовних, серед юнаків з вродженими зоровими

дисфункціями. Враховуючи, що до тім'яної області надходить інформація від інших вторинних проекційних зон [6], то більш високі значення мЕЛ і еКС у цій області можуть вказувати на посилення гнучкості обробки різномодальної (тактильної, кінестетичної, вестибулярної, слухової, зорової) інформації серед юнаків з зоровими дисфункціями.

Внутрішньогрупові порівняння при сенсорно-моторній інтеграції. Виконання аудіо-моторної реакції вибору не викликало суттєвих змін нелінійної динаміки електричної активності головного мозку нормальнозорих юнаків: значення нелінійних показників мали тенденцію до підвищення практично по всій конвексимальній поверхні кори головного мозку (рис. 2). Утім в правій лобово-полюсній та лівій передньо-скроневої області збільшення значень мЕЛ наближувалося до рівня статистичної значимості ($P=0,08$), що відображає тенденцію до зростання числа конкуруючих нервових процесів у даних коркових областях.

Як зазначалося передньо-скронева область пов'язана з аналізом тональності звукових подразників [21], а лобово-полюсна кора приймає участь в прийнятті рішення підчас альтернативного бінарного вибору [24]. Лобово-полюсна кора отримує проекції від слухової кори та може здійснювати керівні впливи на скронево-полюсну частину верхньої скроневої звивини [19]. Окрім означених функцій передньо-скронева кора [11] і лобово-полярну кору [34] пов'язують з короткотривалою та робочою пам'яттю. Зазначене дозволяє розглядати виявлені тенденції у зміні нелінійної динаміки електричної активності головного мозку нормальнозорих юнаків при виконанні аудіо-моторної реакції як кореляти складності дискримінації та/або прийняття рішення щодо типу моторної відповіді.

На відміну від контролю виконання аудіо-моторної реакції вибору юнаками з вродженими двобічними зоровими дисфункціями супроводжувалося значними змінами нейродинаміки електричної активності лобових, передньо-скроневих та потиличних областей головного мозку (рис. 2). У них спостерігалось достовірне:

- 1) зниження значень РВ у білатеральній лобово-полюсній ($P \leq 0,05$) та правій передньо-скроневої ($P \leq 0,05$) областях; D2 – у лівій лобово-полюсній ($P \leq 0,05$), правій передньо-скроневої ($P \leq 0,01$), лівій потиличній ($P \leq 0,05$) областях; мЕЛ і еКС – у лівій передньо-скроневої ($P \leq 0,05$) і правій потиличній ($P \leq 0,05$) областях;
- 2) збільшення значень мЕЛ і еКС у білатеральній лобово-полюсній ($P \leq 0,05$), лівій верхньо-лобовій ($P \leq 0,05$), правій передньо-скроневої ($P \leq 0,05$), лівій потиличній ($P \leq 0,01$) областях.

Зміни нелінійної динаміки електричної активності передньо-скроневих областей, що мають безпосереднє відношення до дискримінації звукових тонів [21], мали протилежну спрямованість у правій та лівій півкулі. Так, у лівій передньо-скроневої області відбувається зниження рівня хаосу та звуження стратегії обробки інформації на фоні підвищення інформаційного змісту нервових процесів. Зазначене поряд з тенденцією до зниження числа ступенів свободи (D2 на 6,7%, $P=0,064$) у діяльності даної нейродинамічної системи може вказувати на явища концентрації нервових процесів та формування поведінкової домінанти, що адекватна до задачі дискримінації тонів.

Можемо припустити, що протилежні зміни нелінійної динаміки електричної активності у правій та лівій передньо-скроневої областях відображають перебіг різних когнітивних процесів: ліва передньо-скронева область у більшій мірі пов'язана з дискримінацією тонів, тоді як права передньо-скронева область – з процесами робочої пам'яті.

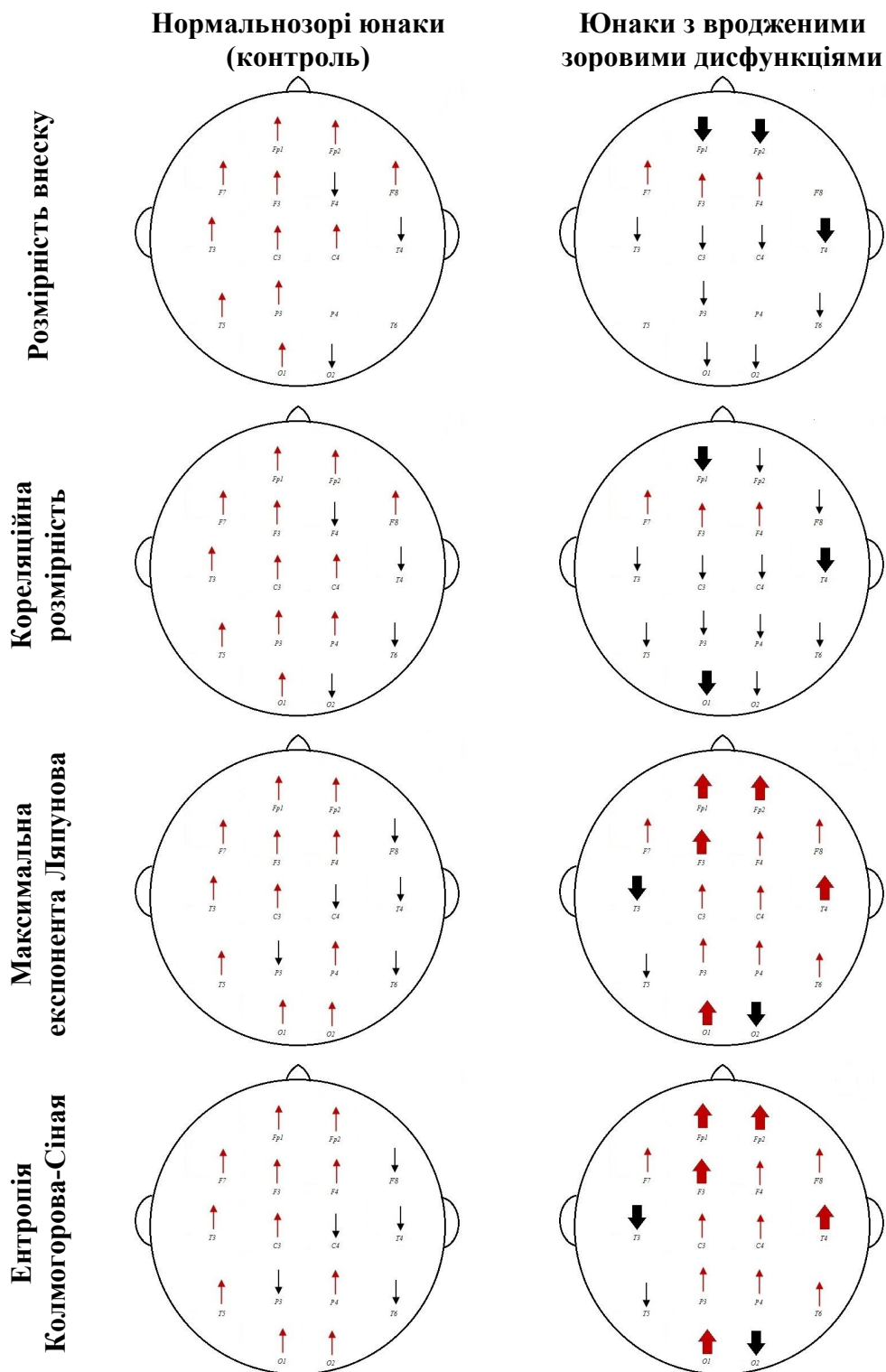


Рис. 2. Топокарти напрямів змін параметрів нелінійної динаміки електричної активності головного мозку юнаків з різним станом зорової функції при сенсорно-моторній інтеграції
 Примітки: збільшення/зменшення параметрів нелінійної динаміки EEG-сигналу \uparrow/\downarrow – при $P > 0,05$; $\blacktriangle/\blacktriangledown$ – при $P \leq 0,05$

Обґрунтуванням участі лівої передньо-скроневої області в задачах дискримінації тональних сигналів можуть бути наступні аргументи:

- 1) методом пов'язаних з подіями потенціалів показано, що ліва півкуля залучається до обробки звуків (на підставі чистих тонів та голосних) на 100-150 с раніше, ніж права півкуля [26];
- 2) за умов бінауральної стимуляції чистим тоном виявлено домінування активності лівої скроневої області [20];
- 3) посилення спектральної потужності МEG-сигналу лівої скроневої області в діапазоні 5-12 Гц [31] при необхідності збереження звукових тонів у робочій пам'яті.

У дослідженні Н. van Dijk et al. (2010) встановлено, що необхідність збереження звукових тонів у робочій пам'яті супроводжувалася лівостороннім збільшенням спектральної потужності МEG-сигналів у діапазоні 5-12 Гц, генератор якої розташований у лівій скроневої області. Ця стимул-залежна синхронізація, на думку авторів, відображає функціональне звільнення лівої скроневої області від участі у процесах зберігання звукових тонів [31], що знаходиться у чіткій відповідності з гіпотезою гальмівної синхронізації W. Klimesch et al. (2007) [16]. Виявлене авторами посилення синхронізації МEG-сигналу лівої скроневої області повинно супроводжуватися посиленням регулярності та впорядкованості електричної активності даної коркової області, тобто зниженням її складності. Зазначене повинно знайти відображення у параметрах нелінійної динаміки у формі зниження значень еКС, що ми й спостерігали у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями.

Експериментальними аргументами щодо участі правої передньо-скроневої області в процесах пам'яті можуть бути наведені нижче дані. Так, нейропсихологічними дослідженнями 71 особи з резистентною епілепсією, що перенесли локальну резекцію у правій та лівій скроневої долях, показано, що права верхня скронева область спеціалізується на збереженні у короткотривалій пам'яті слухової інформації (тонів) [36].

Навантаження на робочу пам'ять призводили до зниження розмірної складності коркової активності мозку у правій лобово-скроневої області [27].

Виявлене нами зниження значень кореляційної розмірності у правій передньо-скроневої області серед юнаків з вродженими зоровими дисфункціями під час аудіо-моторної реакції, що вимагає залучення робочої пам'яті в процес своєї реалізації, узгоджується з наведеними вище даними.

Однак, згідно даних [30] мнемічні процеси супроводжувалися зниженням значень апроксимованої ентропії (зниження регулярності та збільшення складності ЕЕГ-сигналу) та збільшення значень RQA-показника (збільшення повторень траєкторій у фазовому просторі; *Recurrence quantification analysis*;) під час мнемічних процесів, тоді як у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями ми спостерігали протилежні зміни – збільшення значень еКС та мЕЛ. У тім у попередньо цитованій роботі [30] показано, що введення медізоламу – бензодіазепіну, що знижує точність зберігання інформації у пам'яті, призводило до збільшення значень апроксимованої ентропії. Автори пояснюють це тим, що медізолам пригнічує пейсмейкерні ГАМК-ергічні нейрони гіпокампу, які, в свою чергу, регулюють упорядковану генерацію потенціалів дії більшості нейронів гіпокампу, то, як наслідок, слід пам'яті виявляється «забрудненим шумами» у більшій мірі, що зумовлює збільшення складності (зменшення впорядкованості) нейродинамічної системи [30].

Отже, з наведеного вище можемо дійти висновку, що виявлене нами серед юнаків з вродженими зоровими дисфункціями при сенсорно-моторній інтеграції зниження значень РВ і D2 на фоні одночасного збільшення значень еКС і мЕЛ у правій передньо-

скроневій області, на яку проектується активність гіпокампу, найімовірніше відображає порушення процесів мнемічного пошуку внаслідок більш високого рівня випадковості коркової нейродинаміки, пов'язаної з упізнаванням звукового тону. Зрештою ми отримали підтвердження раніше висунутому нами припущенню про збільшення кількості «шумових» нервових процесів у правій передньо-скроневій області юнаків з вродженими зоровими дисфункціями при виконанні АМР.

Значні зміни нелінійної динаміки спостерігалися в лобових частках головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями при виконанні АМР. Виявлене підвищення значень e_{KS} і mEL у лівій верхньо-лобовій області на фоні тенденції до підвищення значень D_2 (F_3 на 7,2%, $P=0,064$) вказують на зниження впорядкованості електричної активності цієї області, що супроводжується розширенням стратегії обробки інформації та зростанням складності обробки та інтеграції інформації. Отже, у лівій дорсолатеральній префронтальній корі спостерігалось зниження регулярності та сталості нейродинамічної системи, тобто збільшення рівня хаосу.

У лобово-поліусній корі, яка є вищим контролюючим та виконавчим центром головного мозку, спостерігалось білатеральне зменшення кількості компонентів нейродинамічної системи на фоні збільшення кількості паралельних конкуруючих нервових процесів та зниження інформаційного змісту нервових потоків. Тобто відбулося формування структурно локалізованої нейронної мережі з високим рівнем функціональної нестабільності (невпорядкована електрична активність).

У зв'язку з тим, що лобово-поліусна кора має сильний взаємозв'язок зі слуховою корою [19], доцільно припустити, що виявлене зменшення кількості компонентів нейронної мережі у лобово-поліусній корі, тобто структурну локалізацію, необхідно розглядати, як адекватну реакцію на виконання аудіо-моторної реакції, що спрямована на посилення низхідного контролю над діяльністю задаче-специфічних церебральних структур.

Однак, виявлена функціональна нестабільність сформованої локальної нейронної мережі лобово-поліусної кори не дозволяє в повній мірі реалізовувати свої регулюючі впливи. Враховуючи тісні зв'язки лобово-поліусної кори з кортикальною лімбічною системою [19], можемо припустити, що виявлена функціональна нестабільність електричної активності лобово-поліусної кори зумовлена станом емоційного напруження серед юнаків з вродженими зоровими дисфункціями. Зокрема це припущення ґрунтується на виявленому нами станом іритації лобово-поліусної кори в умовах спокійного неспання, що в клінічній нейрофізіології розглядається як маркер іритативних станів лімбічної системи, та більш високим рівнем особистісної тривожності серед юнаків з вродженими зоровими дисфункціями, порівняно з контролем. Крім того, у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями при виконанні АМР також спостерігалось збільшення рівня хаотичності в електричній активності правої передньо-скроневої області, на поверхню якої проектується активність лімбічних структур (гіпокамп, мигдалина). Надмірна активність лімбічної системи може знижувати ефективність діяльності передньої та дорсолатеральної префронтальної кори шляхом зміни концентрації катехоламінів [4].

Лобово-поліусна кора пов'язана з координацією обробки інформації та передачею інформації між кількома областями мозку при виконанні паралельних задач, забезпечує інтеграцію процесів робочої пам'яті та виокремлення ресурсів уваги, а також активується при переході до альтернативного варіанту реагування, особливо, в умовах бінарного вибору [24].

Дорсолатеральна префронтальна кора є центральною структурою дорсальної системи уваги [7] та відіграє важливу роль в процесах робочої пам'яті, забезпечуючи утримання інформації, яка необхідна для виконання поточного завдання [22].

Зазначені функції дорсолатеральної та передньої префронтальної кори, а також наявні зв'язки між цими корковими областями [19], дозволяють припускати, що виявлені зміни нелінійної динаміки електричної активності цих структур при АМР у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями пов'язані з процесами низхідного контролю за розподілом уваги та реалізацією робочої пам'яті.

Отже, виявлене нами збільшення рівня хаосу в електричній активності лобово-полюсної та дорсолатеральної префронтальної кори може відображати функціональну недостатність низхідного (*top-down*) контролю сенсорних потоків та процесів робочої пам'яті, що підвищує рівень сенсорних «шумів» і як наслідок утруднює реалізацію аудіо-моторної реакції.

Ще одним фактом, що заслуговує на увагу є виявлені серед юнаків з вродженими зоровими дисфункціями достовірні зміни нелінійної динаміки електричної активності потиличних областей при виконанні аудіо-моторної реакції, чого не спостерігалося серед юнаків контрольної групи. На нашу думку, даний факт може бути зумовлений явищами кросс-модальної пластичності та/або надмодальними властивостями потиличної кори.

На користь гіпотези про кросс-модальну пластичність свідчать численні дані нейровізуалізації, що демонструють залучення зорових областей головного мозку сліпих людей до обробки стимулів незорової модальності, зокрема слухової. Так, фМРТ і ПЕТ дослідження виявили сильну модуляцію гемодинамічних і метаболічних сигналів зорової кори сліпих, переважно первинної та вторинної, при визначенні локалізації звука [9; 25; 33], дискримінації тонів і музики [25; 33], сприйнятті мови [17].

Тривалий час вважалося, що кросс-модальна взаємодія є наслідком реорганізації деаферентованої зорової кори у сліпих людей. У той же час з'являється все більше даних, що вказують на модуляцію зорової кори у зрячих при виконанні слухових задач. При цьому одні дослідники відзначають дезактивацію зорової кори зрячих при виконанні слухових задач [9], а інші – активацію [35], треті – одночасну активацію та дезактивацію різних областей зорової кори [25; 33].

Зазначене дозволяє припускати наявність різних механізмів кросс-модальної взаємодії у сліпих і зрячих: у сліпих спостерігається взаємодоповнення функцій слухової кори активністю зорової кори, тоді як у зрячих – зворотне гальмування активності конкуруючих сенсорних модальностей.

З метою перевірки висунутих вище гіпотез розглянемо більш детально власні експериментальні дані щодо зміни нелінійної динаміки електричної активності потиличних областей головного мозку при сенсорно-моторній інтеграції.

У наших дослідженнях не виявлено достовірних змін нелінійної динаміки електричної активності потиличних областей головного мозку нормальнозорих юнаків при виконанні АМР, що може бути зумовлено змістом завдання, а саме – дискримінація тонів, а не просторова локалізація звуків, як у цитованих вище роботах.

Серед юнаків з вродженими зоровими дисфункціями, які у нашому дослідженні не були сліпими, ми спостерігали різноспрямовані зміни нелінійної динаміки електричної активності правої та лівої потиличних областей. Так, у лівій потиличній області спостерігалося зниження складності обробки та інтеграції інформації на фоні розширення стратегії обробки інформації та збільшення рівня хаотичності в електричній активності. У той же час у правій потиличній області спостерігалися протилежні ефекти, а саме: звуження стратегії обробки інформації та підвищення інформаційного змісту нервових процесів.

Отже, згідно наших даних бінауральна стимуляція призводила до односпрямованих змін нелінійної динаміки електричної активності контрлатеральних передньо-скроневих і потиличних областей у юнаків з вродженими зоровими

дисфункціями. У той же час за даними [14] унімодальна бінауральна стимуляція у зрячих призводила до активації обох слухових областей та дезактивації правої потиличної області. Тобто у зоровій та слуховій корі зрячих спостерігалися антагоністичні зміни, що автор пов'язував з кросс-модальним інгібуванням іррелевантної сенсорної кори [14]. Наші ж дані свідчать про односпрямованість змін нелінійної динаміки електричної активності слухових і зорових областей при вирішенні слухових задач юнаками з вродженими зоровими дисфункціями. Тому власні експериментальні дані підтверджують раніше висунуту гіпотезу про різні механізми кросс-модальної взаємодії за умов нормальної та обмеженої зорової аферентації.

Для їх уточнення більш детально проаналізуємо характер змін нелінійної динаміки електричної активності потиличних областей головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями при сенсорно-моторній інтеграції.

Згідно наших даних у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями при сенсорно-моторній інтеграції зміни нелінійної динаміки електричної активності правої потиличної області подібні до змін у лівій передньо-скроневої області. Попередні дослідження свідчать, що у зрячих моноуральна слухова стимуляція активує контрлатеральну потиличну область [8], а транскраніальна магнітна стимуляція правої потиличної області погіршує локалізацію звуків [18]. Крім того у дослідах з бінауральною стимуляцією у сліпих виявлялася переважна активація правої потиличної області [17; 29]. Враховуючи обґрунтовану раніше участь лівої передньо-скроневої області головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями в дискримінації тонів при АМР та наведені дані щодо активності правої потиличної кори при звуковій стимуляції серед сліпих і зрячих, можемо припускати, що у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями права потилична кора залучена до процесів дискримінації тонів при виконанні АМР. Даний феномен можна розглядати як компенсаторну функціональну реорганізацію зорової кори внаслідок дефіциту модально-специфічної аферентації, що спричинено зоровими дисфункціями. Аргументом на користь цього припущення може стати виявлена достовірна позитивна кореляція між значеннями еКС і мЕЛ правої потиличної області та варіативністю латентного періоду АМР ($r=0,733$ і $r=0,713$ відповідно, $P \leq 0,01$) у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями, чого не спостерігалось у нормальнозорих юнаків.

Нещодавно виявлено прямі проєкції від слухової кори до зорової кори, що закінчуються у ретинотопічних областях, що відповідають периферичній частині поля зору [5]. Оскільки при значному зниженні гостроти зору організм в більшій мірі починає орієнтуватися на слухові подразники при взаємодії з оточуючим середовищем, то виявлені нами односпрямовані зміни нелінійної динаміки електричної активності у контрлатеральній потиличній області головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями при АМР у відповідності з даними [8] можуть розглядатися як нейронні кореляти автоматичної орієнтації зорової уваги у бік локалізації слухового подразника. У даному випадку цей процес протікає приховано, оскільки досліджувані згідно інструкції змушені утримувати очі та частини тіла у нерухомому стані (окрім цільових рухів).

У той же час в електричній активності лівої потиличної області головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями ми спостерігали збільшення рівня хаотичності й, як наслідок, зниження інформаційного змісту нервових процесів. Паралельно у лівій півкулі спостерігалось збільшення рівня хаосу в електричній активності лобово-полюсної та дорсолатеральної префронтальної кори, що є ключовими структурами низхідного контролю та розподілу уваги. Зокрема дорсолатеральна префронтальна кора є найвищим церебральним центром дорсолатеральної системи уваги [7], а лобово-полюсна кора – лобово-тім'яної системи

уваги [32], що регулює активність дорсолатеральної (зверху-вниз, цілеспрямованої, довільної) та вентролатеральної (знизу-вверх, стимул-зумовленої, мимовільної) систем уваги [7]. До складу дорсолатеральної системи уваги також входить потилична область [7]. Враховуючи зазначене та той факт, що діяльність сенсорних областей нижчого порядку здатна моделюватися станом уваги [14], можемо припускати, що у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями виявлені зміни нелінійної динаміки електричної активності лівої потиличної області зумовлені недостатніми низхідними модулюючими впливами префронтальної кори.

Міжгрупові порівняння при сенсорно-моторній інтеграції. Характер відмінностей нелінійної динаміки електричної активності головного мозку між юнаками з різним станом зорової функції при сенсорно-моторній інтеграції відрізнявся від такого в умовах спокійного неспання. Так, юнаки з вродженими зоровими дисфункціями характеризувалися більш низькими, порівняно з контролем, значеннями РВ у лобово-полюсних областях ($P \leq 0,05$), D2 у правій лобово-полюсній області ($P \leq 0,05$) та більш високими значеннями РВ у правій верхньо-лобовій області ($P \leq 0,05$).

Отже нейродинамічні перебудови функціональних систем головного мозку при сенсорно-моторній інтеграції в кінцевому результаті призвели до того, що у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями, порівняно з контролем, сформувався більш локальний нейронний ансамбль, діяльність якого регулюється меншою кількістю змінних, та дифузною нейронною мережою у дорсолатеральній префронтальній корі. Зазначені зміни вказують на недостатність низхідних регуляторних впливів дорсальної системи уваги та більш напружений стан вищих контролюючо-виконавчих церебральних систем мозку, імовірно, лобово-тім'яної системи.

Висновки

Вроджені зорові дисфункції призводять до функціональної реорганізації головного мозку. В умовах спокійного неспання юнакам з вродженими зоровими дисфункціями притаманний стан напруженої слухової уваги та постійний перебіг інформаційних процесів у правій задній асоціативній області.

За умов сенсорно-моторної інтеграції у юнаків з вродженими зоровими дисфункціями поряд з адекватними змінами нейродинаміки, спрямованими на покращення дискримінації тонів, ми спостерігали недостатність контролюючо-виконавчих церебральних систем, що ускладнювало процес порівняння звукового сигналу з еталоном у робочій пам'яті та/або прийняття рішення щодо типу моторної відповіді.

Отримані результати підтверджують раніше виявлену кросс-модальну пластичність при зоровій депривації та демонструють наявність такої при частковому обмеженні зорової аферентації, починаючи з ранніх етапів постнатального розвитку. У юнаків з вродженими зоровими дисфункціями зорова кора може приймати участь у дискримінації звукових подразників.

Література

1. Кочина М.Л. Апаратно-програмный комплекс для проведения психофизиологических исследований / Л.М. Кочина, А.Г. Фирсов // Клиническая информатика и телемедицина. – 2010. – Т. 6, Вып. 7. – С. 113 – 117.
2. Майоров О.Ю. Реализация метода смещения с помощью оценки размеров осей аттрактора динамической системы мозга / Майоров О.Ю., Глухов А.Б., Фенченко В.Н. // Кибернетика и вычислительная техника. – 2007. – Вып. 153. – С. 3 – 11.
3. Майоров О.Ю. Исследование биоэлектрической активности мозга с позиций многомерного линейного и нелинейного анализа ЭЭГ / О.Ю. Майоров, В.Н. Фенченко // Журнал клинической информатики и телемедицины. – 2008. – Т.4, Вып. 5. – С. 12 – 20.

4. Arnsten A. F. T. Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function / Amy F. T. Arnsten // *Nat. Rev. Neurosci.* – 2009. – Vol. 10 (6). – P. 410–422.
5. Cappe C. Heteromodal connections supporting multisensory integration at low levels of cortical processing in the monkey / Cappe C., Barone P. // *Eur. J. Neurosci.* – 2005. – Vol. 22 (11). – P. 2886–28902.
6. Cappe C. Multisensory anatomical pathways / C. Cappe, E. M. Rouiller, P. Barone // *Hearing Research.* – 2009. – Vol. 258 (1-2). – P. 28–36.
7. Corbetta M. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain / Corbetta M., Shulman G.L. // *Nature Reviews Neuroscience.* – 2002. – Vol. 3 (3). – P. 201–215.
8. Feng W. Sounds activate visual cortex and improve visual discrimination / Feng W., Störmer V.S., Martinez A., McDonald J.J., Hillyard S.A. // *J. Neurosci.* – 2014. – Vol. 34 (29). – P. 9817–9824.
9. Gougoux F. A Functional Neuroimaging Study of Sound Localization: Visual Cortex Activity Predicts Performance in Early-Blind Individuals / F. Gougoux, R.J. Zatorre, M. Lassonde, P. Voss, F. Lepore // *PLoS Biology.* – 2005. – Vol. 3 (2), e 27. – P. 0324–0333.
10. Grassberger P. Measuring the strangeness of strange attractors / Grassberger P., Procaccia I. // *Physica D.* – 1983. – Vol. 9. – P. 189–208.
11. Guillem F. Differential involvement of the human temporal lobe structures in short- and long-term memory processes assessed by intracranial ERPs / Guillem F., N'Kaoua B., Rougier A., Claverie B. // *Psychophysiology.* – 1996. – Vol. 33 (6). – P. 720–730.
12. Hubel D.H. The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens / Hubel D.H., Wiesel T.N. // *J. Physiol.* – 1970. – Vol. 206 (2). – P. 419–436.
13. Jiang J. Thick Visual Cortex in the Early Blind / J. Jiang, W. Zhu, F. Shi, Y. Liu, J. Li, W. Qin, K. Li, Ch. Yu, T. Jiang // *J. Neurosci.* – 2009. – Vol. 29 (7). – P. 2205–2211.
14. Johnson J.A. Attention to simultaneous unrelated auditory and visual events: behavioral and neural correlates / Johnson J.A., Zatorre R.J. // *Cereb. Cortex.* – 2005. – Vol. 15 (10). – P. 1609–1620.
15. 11 Kantz H. *Nonlinear Time Series Analysis* / Holger Kantz, Thomass Schreiber. – Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2003. – 2 edition. – 388 p.
16. Klimesch W. EEG alpha oscillations: The inhibition–timing hypothesis / Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. // *Brain Research Reviews.* – 2007. – Vol. 53 (1). – P. 63–88.
17. Klinge C. Increased amygdala activation to emotional auditory stimuli in the blind / C. Klinge, B. Röder, Ch. Büchel // *Brain.* – 2010. – Vol. 133 (Pt 6). – P. 1729–1736.
18. Lewald J. Involvement of the superior temporal cortex and the occipital cortex in spatial hearing: evidence from repetitive transcranial magnetic stimulation / Lewald J., Meister I.G., Weidemann J., Töpfer R. // *J. Cogn. Neurosci.* – 2004. – Vol. 16 (5). – P. 828–838.
19. Medalla M. Specialized prefrontal “auditory fields”: organization of primate prefrontal-temporal pathways / Maria Medalla and Helen Barbas // *Frontiers in Neurosci.* – 2014. – Vol. 8, Article 77. – 15 p.
20. Millen S.J. Functional magnetic resonance imaging of the central auditory pathway following speech and pure-tone stimuli / S. J. Millen, V. M. Haughton, Z. Yetkin // *The Laryngoscope.* – 1995. – Vol. 105 (12). – P. 1305–1310.
21. Moerel M. An anatomical and functional topography of human auditory cortical areas / Michelle Moerel, Federico De Martino and Elia Formisano // *Front Neurosci.* – 2014. – Vol. 8, article 225. – 14 p.
22. Petrides M. Lateral prefrontal cortex: architectonic and functional organization / Michael Petrides // *Phil. Trans. R. Soc. B.* – 2005. – Vol. 360. – P. 781–795.
23. Ptito M. Alterations of the visual pathways in congenital blindness / Ptito M., Schneider F., Paulson O. B., and Kupers R. // *Exp. Brain Res.* – 2008. – Vol. 187 (1). – P. 41–49.
24. Ramnani N. and Owen A.M. Anterior prefrontal cortex: insights into function from anatomy and neuroimaging / Ramnani N. and Owen A.M. // *Nat. Rev. Neurosci.* – 2004. – Vol. 5 (3). – P. 184–194.
25. Renier L.A. et al. Preserved functional specialization for spatial processing in the middle occipital gyrus of the early blind / Renier L.A., Anurova I., De Volder A.G., Carlson S., VanMeter J., Rauschecker J.P. // *Neuron.* – 2010. – Vol. 68 (1). – P. 138–148.
26. Rinne T. Analysis of speech sounds is left-hemisphere predominant at 100–150ms after sound onset / Rinne T., Alho K., Alku P., Holi M., Sinkkonen J., Virtanen J., Bertrand O., Näätänen R. // *Neuroreport.* – 1999. – Vol. 10 (5). – P. 1113–1117.
27. Sammer G. Working-memory load and dimensional complexity of the EEG / G. Sammer // *Int. J. Psychophysiol.* – 1996. – Vol. 24. – P. 173–182.
28. Shimony J. S. Diffusion tensor imaging processing in the middle occipital gyrus of the early blind / Shimony J. S., Burton H., Epstein A. A., McLaren D. G., Sun S. W., and Snyder A. Z. // *Neuron.* – 2006. – Vol. 68. – P. 138–148.
29. Stevens A.A. et al. Preparatory activity in occipital cortex in early blind humans predicts auditory perceptual performance / Stevens A.A., Snodgrass M., Schwartz D., Weaver K. // *J. Neurosci.* – 2007. – Vol. 27(40). – P. 10734–10741.

30. Talebi N. Investigation of changes in EEG complexity during memory retrieval: the effect of midazolam / Nasibeh Talebi, Ali M. Nasrabadi, Tim Curran // *Cogn. Neurodyn.* – 2012. – Vol. 6. – P. 537–546.
31. van Dijk H. Left temporal alpha band activity increases during working memory retention of pitches / van Dijk H., Nieuwenhuis I.L., Jensen O. // *Eur. J. Neurosci.* – 2010. – Vol. 31 (9). – P. 1701–1707.
32. Vincent J.L. Evidence for a Frontoparietal Control System Revealed by Intrinsic Functional Connectivity / Justin L. Vincent, Itamar Kahn, Abraham Z. Snyder, Marcus E. Raichle, and Randy L. Buckner // *J. Neurophysiol.* – 2008. – Vol. 100 (6). – P. 3328–3342.
33. Voss P. Occipital Cortical Thickness Predicts Performance on Pitch and Musical Tasks in Blind Individuals / Patrice Voss, Robert J. Zatorre // *Cerebral Cortex.* – 2012. – Vol. 22. – P. 2455–2465.
34. Wolf A. Determining Lyapunov exponents from a time series / Wolf A., Swift I.B., Swinney H.L., Vastano J.A. // *Physica.* – 1985. – Vol. D16. – P. 285–317.
35. Yokoyama O. Right frontopolar cortex activity correlates with reliability of retrospective rating of confidence in short-term recognition memory performance / Yokoyama O., Miura N., Watanabe J., Takemoto A., Uchida S., Sugiura M., Horie K., Sato S., Kawashima R., Nakamura K. // *Neurosci Res.* – 2010. – Vol. 68 (3). – P. 199–206.
36. Zhang Y. Auditory cortical responses evoked by pure tones in healthy and sensorineural hearing loss subjects: functional MRI and magnetoencephalography / Zhang Yun-ting, Geng Zuo-jun, Zhang Quan, Li Wei and Zhang Jing // *Chin Med J.* – 2006. – Vol. 119 (18). – P. 1548–1554.
37. Zatorre R.J. Role Of The Right Temporal Neocortex In Retention Of Pitch In Auditory Short-Term Memory / R. J. Zatorre, S. Samson // *Brain.* – 1991. – Vol. 114 (Pt. 6). – P. 2403–2417.

Аннотация. Редька И.В. Оценка нейродинамических систем головного мозга юношей с врожденными зрительными дисфункциями в условиях сенсорно-моторной интеграции. Методами нелинейного анализа осуществлена оценка нейродинамических систем головного мозга юношей с врожденными зрительными дисфункциями и нормальнозрящих юношей в условиях спокойного бодрствования и сенсорно-моторной интеграции. Изучались показатели размерности вложений, корреляционной размерности, максимальной экспоненты Ляпунова и энтропии Колмогорова-Синяя.

Установлено, что врожденные зрительные дисфункции приводят к функциональной реорганизации головного мозга. В условиях спокойного бодрствования юношам с врожденными зрительными дисфункциями присуще состояние напряженного слухового внимания и постоянное протекание мультисенсорных информационных процессов в правом полушарии.

Сенсорно-моторная интеграция вызывала значительные изменения нейродинамических систем головного мозга юношей с врожденными зрительными дисфункциями, тогда как среди нормальнозрящих юношей нелинейная динамика электрической активности головного мозга существенно не изменялась.

В условиях сенсорно-моторной интеграции у юношей с врожденными зрительными дисфункциями наряду с адекватными изменениями нейродинамики, направленными на улучшение дискриминации тонов, мы наблюдали недостаточность контролирующих и исполнительных церебральных систем, что усложняло процесс сличения звукового сигнала с эталоном в рабочей памяти и /или принятие решение относительно типа моторного ответа.

Показано, что у юношей с врожденными зрительными дисфункциями в процессе сенсорно-моторной интеграции зрительная кора может принимать участие в дискриминации звуковых раздражителей.

Ключевые слова: ЭЭГ, нелинейная динамика, сенсорно-моторная интеграция, зрительные дисфункции, юношеский возраст

Summary. Redka I.V. Evaluation systems of the brain neurodynamic in the young men with congenital visual dysfunction in a sensory-motor integration. An assessment of neural systems of the brain of young men with congenital visual dysfunction and sighted young men was examined by methods of nonlinear analysis in resting state and sensory-motor integration. We studied embedding dimension, correlation dimension, the maximum Lyapunov exponent and Kolmogorov-Sinai entropy.

It has been found that the congenital visual dysfunction lead to brain functionality reorganization. In resting state increase of auditory attention and constant flow of information multisensory processes in the right hemisphere have been found in young men with congenital visual dysfunction.

Significant changes of brain systems have been caused in young men with congenital visual dysfunction during sensory-motor integration. Nonlinear dynamics of the brain electrical activity sighted young men did not has been changed significantly.

In young men with congenital visual dysfunction during sensory-motor integration there have been the adequate changes neurodynamics aimed at improving the pitch discrimination and the inadequacy of executive cerebral systems. Apparently, this indicated on difficulty to compare a goal-sound with the standard sound in the working memory and / or on the difficulty to adoption of a decision on the type of motor response.

It has been showed that visual cortex may be involved in the discrimination of sound stimuli during sensory-motor integration in young men with congenital visual dysfunction.

Keywords: *EEG, nonlinear dynamics, sensory-motor integration, visual dysfunction, young men*

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Одержано редакцією 24.11.2014

Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 612.273.2

О.А. Ровная

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ГИПОКСИИ СПОРТСМЕНОК СИНХРОННОГО ПЛАВАНИЯ РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

В статье исследуется индивидуальная чувствительность к гипоксии спортсменок синхронного плавания разных возрастных групп и уровня спортивного мастерства. Целью исследования было изучение индивидуальных и возрастных адаптационных возможностей к условиям гипоксии спортсменок синхронного плавания. Задачи исследования: изучение реакций сердечнососудистой системы и системы дыхания на гипоксию для оценки адаптивных возможностей; исследование возрастных и индивидуальных особенностей компенсации и адаптации при дозированных гипоксических воздействиях; анализ стратегии компенсаторных и приспособительных реакций кислородтранспортной системы в условиях гипоксии. Организация и методы исследования: В обследовании принимало участие 70 спортсменок синхронного плавания в возрасте от 12 до 20 лет: (12-13 лет) младшая – 17 спортсменок; (14-16 лет) средняя – 40 спортсменок; (17-20 лет) старшая – 13 спортсменок. По изменению показателей кислородтранспортной системы при проведении стандартной гипоксической пробы в начале и конце эксперимента проанализирована направленность адаптационных изменений возникающих под воздействием тренировочного процесса и специфической интервальной гипоксической тренировки. За исследуемый период отмечено, что ведущими являются функциональные изменения системы внешнего дыхания и в меньшей мере системы кровообращения.

Ключевые слова: гипоксическая проба, спортсменки синхронного плавания, индивидуальная чувствительность к гипоксии, кислородтранспортная система, адаптация.

Постановка проблемы. Анализ последних исследований и публикаций. Проблема адаптации человека к гипоксии актуальна во многих видах профессиональной деятельности [11, 14]. Важными факторами, определяющими специфичность проявления реакций организма при ее развитии являются – продолжительность влияния и степень гипоксии [4, 8, 10], а также индивидуальная чувствительность к недостатку кислорода [9, 10, 11].

Исходя из этого, важным является выяснение механизмов становления индивидуальной резистентности к гипоксии в процессе онтогенеза.

Специфика синхронного плавания, как вида спорта, состоит в том, что спортсменкам приходится испытывать достаточно длительную нехватку кислорода в процессе выступлений и тренировок. Учитывая то, что в этом виде спорта уже со среднего школьного возраста к функциональной и физической подготовке спортсменок предъявляются высокие требования, представляет интерес изучение адаптивных изменений кислород-транспортной системы, возникающих под влиянием специфических условий спортивной деятельности. Исследование данного вопроса позволит как обеспечить сохранение здоровья спортсменок, так и разработать методы повышения их специальной работоспособности.

Целью исследования было изучение индивидуальных и возрастных адаптационных возможностей к условиям гипоксии спортсменок синхронного плавания.

Задачи исследования:

- изучение реакций сердечно-сосудистой системы и системы дыхания на гипоксию для оценки адаптивных возможностей;

- исследование возрастных и индивидуальных особенностей компенсации и адаптации при дозированных гипоксических воздействиях;
- анализ стратегии компенсаторных и приспособительных реакций кислородтранспортной системы в условиях гипоксии.

Методика

В обследовании принимало участие 70 спортсменок синхронного плавания в возрасте от 12 до 20 лет с абсолютным выполнением биоэтических требований (акт биоэтической экспертизы №6 от 03.03.2011). В соответствии с уровнем спортивного мастерства и возраста спортсменки были поделены группы (12-13 лет) младшая – 17 спортсменок; (14-16 лет) средняя – 40 спортсменок; (17-20 лет) старшая – 13 спортсменок. Уровень подготовленности младшей группы соответствовал 2-1 разряду, кандидатам в мастера спорта. В средней и старшей группах – уровень спортивной подготовленности спортсменок соответствовал мастеру спорта и мастеру спорта международного класса. Спортсмены старших групп составляли основу сборной команды Украины по синхронному плаванию.

Оценка реакций кислород-транспортной системы осуществлялось при проведении гипоксической пробы. Гипоксическая проба (ГП) проводилась стандартным способом [2, 3, 4, 10]: испытуемые на протяжении 10 мин вдыхают гипоксическую газовую смесь (содержание кислорода составляло 11% (ГГС-11). В состоянии покоя и в ходе проведения пробы определялись: минутный объем дыхания (МОД), содержание кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе, частота сердечных сокращений (ЧСС), систолический объем крови (СОК), насыщение кислородом артериальной крови - сатурация (SaO_2) определялась с помощью пульсоксиметра «Sensor Medics» (США), систолическое и диастолическое давление, проводился забор капиллярной крови для определения содержания гемоглобина, количества эритроцитов. Индивидуальный подход при определении длительности теста (преждевременного его прекращения) осуществляли, исходя из возможности повреждающего эффекта гипоксии при снижении SaO_2 ниже 72-75% [3, 6, 7, 15]. В исследовании запредельного снижения SaO_2 не наблюдалось. Гипоксические проб проводились дважды – в начале исследования и в конце исследования после ударного мезоцикла, в котором кроме стандартной тренировочной программы спортсменкам старшей и средней основной групп был предложен курс интервальной гипоксической тренировки.

Проведение проб у спортсменок осуществлялось с учетом овариально-менструального цикла (ОМЦ). Проба проводилась во II-ю фазу ОМЦ.

Результаты и их обсуждение

Проведение гипоксической пробы сопровождалось у всех обследуемых постепенным снижением степени насыщения крови кислородом (SaO_2) и ростом ЧСС. Наблюдаемые отклонения показателей SaO_2 и ЧСС по сравнению с исходными данными были достоверны только на 3-й минуте дыхания гипоксической смесью (ГС-11) и достигали максимальных значений на 8-й минуте гипоксической пробы в средней и старшей возрастных группах. В младшей возрастной группе динамика изучаемых показателей была более вариабельной и степень индивидуальной чувствительности спортсменок к гипоксии значительно различалась.

Сравнивая полученные данные с данными других исследований, следует отметить большую устойчивость спортсменок синхронного плавания к гипоксии по сравнению с людьми, которые не занимаются спортом.

В состоянии покоя и в процессе ГП на 3-й и 8-й минутах фиксировалась динамика таких показателей: минутного объема дыхания (МОД), содержания кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе, частоты сердечных сокращений (ЧСС),

ударного объема (УО), насыщения кислородом артериальной крови – сатурации (SaO₂); систолического и диастолического давления. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика функциональных показателей сердечнососудистой системы и системы дыхания у спортсменок синхронного плавания разных возрастных во время ГП в начале исследования ($M \pm m$)

Показатели	12-13 лет (n=17)			14-16 лет(n=40)			17-20 лет(n=13)		
	Фон	ГП 3мин	ГП 8мин	Фон	ГП 3мин	ГП 8мин	Фон	ГП 3мин	ГП 8мин
АД _{сист} , мм рт.ст.	110± 2,5	115± 3,2	115± 2,2*	110± 4,2	115± 4,5	115± 5,2	100± 2,2*	110± 1,5	110± 3,2*
АД _{диаст} , мм рт.ст.	65± 4,5	70± 5,2	70± 4,2	60± 3,8	65± 4,2	65± 4,9	60± 5,5	65± 5,2	65± 3,9
HR, уд мин ⁻¹	68± 6,5	85± 4,5*	100± 4,5*	65± 5,2	73± 6,2	95± 5,5*	65± 6,5	70± 5,5	93± 3,8*
УО, мл	65± 3,5	65± 4,2	60± 3,3	70± 5,3	70± 2,5	68± 2,5	75± 5,5	75± 4,8	70± 6,5
МОК, мл/мин	4420± 122	5525± 131*	6000± 175*	4550± 143	5110± 181*	6460± 223*	4875± 256	5250± 251	6510± 232*
F _T , 1/мин	16± 1,1	32± 0,9*	39± 0,7*	15± 1,2	23± 1,1*	25± 0,9*	15± 0,9	20± 1,1*	22± 1,1*
V _T , мл	0,75± 0,013	0,75± 0,025	0,65± 0,025*	0,80± 0,012	0,80± 0,011	0,79± 0,025	1,11± 0,023	1,12± 0,031	0,91± 0,023*
V _E , л	12± 1,2	23± 0,8*	25± 0,7*	12± 1,3	18± 1,1*	20± 1,4*	17± 0,9	22± 1,0*	20± 0,7*
SaO ₂ , %	96± 3,2	78± 4,5*	80± 3,8*	96± 5,2	83± 3,1*	80± 2,2*	96± 2,8	86± 3,5*	84± 4,2*
P _A O ₂ , мм.рт.ст	102± 5,6	101± 4,8	100± 6,2	102± 6,2	102± 5,9	101± 5,8	102± 4,5	101± 5,5	101± 6,3
P _A CO ₂ , мм рт.ст	40± 1,2	40± 1,1	41± 1,2	40± 1,2	40± 1,2	41± 1,1	40± 1,1	40± 1,1	41± 1,2

Примечание: * отличия достоверны в сравнении с фоном ($p < 0,05$)

Полученные при первом проведении гипоксической пробы данные позволили разделить испытуемых каждой возрастной группы, еще на две: 1-я группа (Н) – с низкой устойчивостью к гипоксии. У таких испытуемых минимальное значение SaO₂ при ГП было менее 78%, а снижение S_aO₂ до такого значения происходило в течение 1-3 минут дыхания гипоксической смесью, прирост ЧСС в тесте составлял более 20 ударов за 1 мин.

Во 2-ю группу (В) вошли испытуемые, у которых минимальное значение S_aO₂ не достигало 80% с плавным снижением насыщения крови кислородом в динамике теста, прирост пульса составлял менее 20 ударов в минуту (лица с высокой устойчивостью к гипоксии).

Повторно гипоксическая проба проводилась в конце исследования. Соотношение низко и высоко устойчивых спортсменок изменились. Также несколько изменилась стратегия адаптации к таким условиям.

Распределение по устойчивости к гипоксии в различных возрастных группах спортсменок синхронного плавания представлено в таблице 2.

Таким образом, результаты, представленные в таблице 2, указывают на то, что в начале исследования в младшей возрастной группе наибольший процент низко

устойчивых к гипоксии спортсменов. В средней и старшей группе этот процент значительно снижается.

Таблица 2

Распределение спортсменов синхронного плавания в соответствии с индивидуальными реакциями при проведении гипоксической пробы

Возраст	12-13 лет		14-16 лет		17-20 лет	
В начале исследования						
Группа	Н	В	Н	В	Н	В
%	58	42	31	69	20	80
В конце исследования						
Группа	Н	В	Н	В	Н	В
%	50	50	20	80	13	87

Примечание: Н - низкоустойчивые к гипоксии; В – высокоустойчивые к гипоксии

Такое изменение может объясняться тем, что с возрастом у некоторых лиц несколько повышается устойчивость к гипоксии, а часть спортсменов с низкой устойчивостью оставляют спорт, так как их функциональные возможности не позволяют им быть конкурентно-способными на спортивной арене и лимитируют достижение высоких спортивных результатов.

При проведении гипоксической пробы наблюдались следующие изменения в показателях, характеризующих деятельность сердечнососудистой системы: систолическое артериальное давление достоверно изменилось по сравнению с фоновым показателем к 3-ей минуте гипоксической пробы только в старшей группе и увеличение составило 10% ($p < 0,05$), в дальнейшем оно стабилизировалось; в младшей группе изменение данного показателя было достоверным только к 8-ой минуте гипоксической пробы и составило 4,5% ($p < 0,05$) по сравнению с фоновым показателем; в средней группе достоверных изменений показателя систолического артериального давления не зафиксировано. При проведении повторной гипоксической пробы в конце исследования достоверных изменений данного показателя не наблюдалось. Изменение показателя диастолического артериального давления в ходе проведения гипоксической пробы в начале и в конце исследования не зафиксировано. Такое изменение показателей артериального давления свидетельствует о развитии компенсаторной реакции со стороны системы кровообращения и о возможностях мобилизации скрытых функциональных резервов, а также об отсутствии функционального напряжения и развития патологических процессов на фоне декомпенсации.

Увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) наблюдалось уже на 3-ей минуте гипоксической пробы в младшей группе и составило 30% ($p < 0,05$), а к 8-ой минуте 50% ($p < 0,05$); в средней возрастной группе достоверное увеличение данного показателя зафиксировано только к 8-ой минуте и составило 46% ($p < 0,05$); в старшей возрастной группе наблюдалась аналогичная динамика ЧСС и к 8-ой минуте прирост ЧСС составил 43% ($p < 0,05$) по сравнению с фоновым показателем.

В конце исследования достоверные изменения ЧСС к 3-ей минуте гипоксической пробы зафиксированы в младшей группе и средней контрольной группе и составили 23% и 18% ($p < 0,05$; $p < 0,05$), а к 8-ой минуте 38% и 35% ($p < 0,05$; $p < 0,05$) соответственно. В средней основной и старшей группах достоверных увеличений к 3-ей минуте гипоксической пробы не выявлено, а к 8-ой минуте прирост ЧСС составил 28% ($p < 0,05$).

Такие изменения показателя ЧСС могут свидетельствовать об изменении стратегии адаптации в основной средней и старшей группах после применения курса интервальной гипоксической тренировки. Смена компенсаторной реакции сердечнососудистой системы, выражающейся значительным приростом ЧСС в начале исследования на недостоверный прирост данного показателя в конце, свидетельствует о перестройке стратегии адаптации и реализации ее за счет других функциональных резервов, как сердечнососудистой системы, так и системы дыхания.

На основании имеющихся литературных данных можно предполагать и более глубокие функциональные перестройки: на системном уровне компенсаторно-адаптивный ответ на гипоксию сопровождается легочной вазоконстрикцией, которая обеспечивает поддержание обмена газов в легких и хемотрансдукцией каротидных клубочков, способствующей стимуляции легочной вентиляции [2, 14], что может объяснить отсутствие достоверных изменений парциального давления кислорода ($P_{A}O_2$) и углекислого газа ($P_{A}CO_2$) в альвеолярном воздухе и является механизмом газового гомеостаза на уровне альвеолярной вентиляции даже при дыхании воздухом со сниженной концентрацией кислорода (табл. 1).

Отмечено, что реакция сердца на гипоксию находится в тесной зависимости от изменения дыхания, газообмена, напряжения кислорода в артериальной крови [9].

Наличие адаптации к периодической гипоксии способствует повышению устойчивости показателей энергетического метаболизма и сократительной функции сердца к острой аноксии с последующей реоксигенацией, за счет поддержания на более низком уровне содержания лактата в миокарде, и соответственно сохранения общей активности фосфоорилазы и нормального восстановления активности креатинфосфокиназы (КФК) при реоксигенации, и обеспечивает восстановление содержания креатинфосфата (КФ) и АТФ.

Показатель ударного объема (УО) крови в ходе гипоксической пробы, проводимой в начале исследования во всех обследуемых группах достоверно не изменялся. При проведении повторной гипоксической пробы наблюдалось достоверное увеличение ударного объема крови в средней основной и старшей группах на 35% и 37% ($p < 0,05$; $p < 0,05$) соответственно; в младшей и средней контрольной группах это увеличение составило 18-20% ($p < 0,05$). Показатель минутного объема крови (МОК) достоверно увеличивался в младшей и средней группах уже к 3-ей минуте гипоксической пробы и составляет 27% и 12% соответственно, и продолжал увеличиваться в ходе проведения пробы к 8-ой минуте на 40% – в младшей группе, на 42% – в средней и на 34% в старшей группах по сравнению с фоновыми показателями. При повторном проведении гипоксической пробы увеличение МОК было аналогичным. Таким образом, при проведении первой пробы МОК увеличивался за счет увеличения ЧСС, а при проведении повторной пробы в конце исследования за счет увеличения ударного объема, что свидетельствует об изменении стратегии адаптации сердечнососудистой системы к гипоксическим условиям.

Компенсаторные изменения показателей системы внешнего дыхания при проведении ГП: частота дыхания (ЧД) достоверно увеличилась по сравнению с фоновым показателем во всех возрастных группах уже к 3-ей минуте и ее увеличение продолжалось к 8-ой минуте гипоксической пробы и в младшей группе составило 140% ($p < 0,05$); в средней группе 66% ($p < 0,05$); в старшей – 46% ($p < 0,05$).

При повторном проведении ГП в каждой возрастной группе наблюдалось некоторое снижение реактивности системы внешнего дыхания, что проявилось в меньшем увеличении частоты дыхания в младшей (95%) и средней контрольной группах (42%) ($p < 0,05$; $p < 0,05$). В старшей и средней основной группах достоверного увеличения частоты дыхания зафиксировано не было. Это может свидетельствовать об

изменении компенсаторных реакций со стороны внешнего дыхания за счет увеличения объема дыхания и о включении более эффективных механизмов обеспечивающих адаптацию к условиям гипоксии – процессы газообмена и использования кислорода.

Показатель дыхательного объема достоверно снижается к 8-ой минуте дыхания гипоксической смесью во всех возрастных группах (табл. 1) в начале исследования. При проведении повторной ГП наблюдается противоположная динамика и увеличение дыхательного объема в среднем на 20-25%. Увеличение минутного объема дыхания (МОД) составляет более 90% в младшей группе и около 30% в старшей. Аналогичная динамика данного показателя сохраняется и при проведении повторной ГП в конце исследования, но при этом увеличение МОД осуществляется не за счет прироста частоты, а за счет увеличения объема дыхания.

Потребление кислорода в первые 3 минуты воздействия газовой гипоксической смеси (ГС-11) снижалось и составляло 69% от фонового уровня, с 5 по 8 минуту возрастало до уровня фона. За первые 5 минут восстановительного периода потребление кислорода на 25% превышало фоновый уровень, а затем постепенно снижалось, оставаясь повышенным на 5-7% от фона до 15 минуты восстановления. Сведения об уровне потребления кислорода при гипоксии в литературе противоречивы. В нашем исследовании наблюдалось начальное снижение потребления кислорода по сравнению с фоном на 25-30%.

Минутный объем дыхания (МОД) в первые 5 минут дыхания ГС-11 возрастал на 79% по сравнению с фоном, но в дальнейшем этот показатель увеличивался незначительно. Максимальное значение МОД составляло 185% от уровня фона. Сопоставление изменений значений МОД и скорости потребления кислорода указывает на отсутствие линейной зависимости между этими показателями, а увеличение потребления кислорода, по сравнению с фоном, может быть объяснено с позиции поддержания кислородного гомеостаза в нервной системе и головном мозге.

По-видимому, увеличение скорости центрального кровообращения не имеет такого значения в адаптации к гипоксии, как увеличение скорости внешнего дыхания.

Выводы

1. Выявлена высокая вариабельность индивидуальной чувствительности к гипоксии, отмечены возрастные особенности проявления данной характеристики у спортсменок синхронного плавания разного возраста: в старшей возрастной группе отмечен наибольший процент девушек с высокой устойчивостью. Необходимо отметить, что интервальные гипоксические тренировки способствовали реализации потенциальных возможностей устойчивости к гипоксии.

2. В процессе онтогенетического развития и при систематическом выполнении сложно-координационной деятельности (синхронное плавание) у девушек наблюдается совершенствование адаптационных реакций кардиореспираторной системы к гипоксии, которые могут корректироваться искусственными интервальными нормобарическими гипоксическими тренировками.

3. Выяснена значительная индивидуальная вариабельность реактивности и адаптации кардиореспираторной системы спортсменок синхронного плавания к гипоксическим условиям, что обусловлено совершенствованием компенсаторных механизмов поддержки кислородного гомеостаза под воздействием специфических тренировочных нагрузок. При этом, ведущими являются функциональные изменения внешнего дыхания и в меньшей мере кровообращения.

Литература

1. Бреслав И.С. Легочные функции и вентиляционный резерв у спортсменов различной специализации / И.С. Бреслав // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. – Тверь: Изд-во Тверского ун-та, 1995. – С. 9-15.
2. Интервальная гипоксическая тренировка. Эффективность. Механизмы действия / Под ред. А.З.Колчинской. – К., 1992.
3. Исаев Г.Г. Респираторные реакции человека на внешние и внутренние резистивные нагрузки / Г.Г. Исаев, М.О. Сегизбаева // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях: [сб. науч. трудов]. – Тверь: Изд-во Тверского ун-та, 1995. – С. 28-37.
4. Колчинская А.З. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте / Колчинская А.З., Цыганова Т.Н., Остапенко Л.А. – М.: Медицина, 2003. – 408 с.
5. Колчинская А.З. Кислород, физическое состояние, работоспособность. / А.З.Колчинская. – К., 1991.
6. Кривошеков С.Г. Реакция тренированных к задержке дыхания лиц на прерывистую нормобарическую гипоксию / С.Г. Кривошеков, Г.М. Диверт, В.Э. Диверт // Физиология человека. – 2007. - Т. 33, № 3. – С. 75-80.
7. Лукьянова Л.Д. Регуляторная роль митохондриальной дисфункции при гипоксии и ее взаимодействие с транскрипционной активностью / Л.Д. Лукьянова // Материалы пленарных докладов 4-й российской конференции «Гипоксия: механизмы, адаптация, коррекция. - 2007. -№ 2. – С. 3-12.
8. Майденюк О.В. Особливості адаптації системної геодинаміки до тренувальних навантажень у кваліфікованих спортсменок, які спеціалізуються у синхронному плаванні / О.В.Майденюк // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту [Зб. наук. праць / Гол. ред. В.О. Дрюков]. – К.: ДНДІФКІС, 2004. – С. 68-71.
9. Мищенко В.С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражения адаптации к напряженной физической тренировке в спорте / В.С. Мищенко, Е.Н. Лысенко, В.Е. Виноградов. – К.: Науковий світ, 2007. – 351 с.
10. Нестеров С.В. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма в условиях воздействия острой экспериментальной гипоксии / С.В. Нестеров // Физиология человека. - 2005. - Т. 31, № 1. – С. 82-87.
11. Нудельман Л.М. Интервальная гипоксическая тренировка в женских видах спорта / Л.М. Нудельман // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 3. – С. 37-39.
12. Сороко С.И. Комплексное многопараметрическое исследование системных реакций организма человека при дозированном гипоксическом воздействии / С.И. Сороко, Э.А. Бурых, С.С. Бекшаев [и др.] // Физиология человека - 2005. - Т. 31, № 5. – С. 88-109.
13. Bailey D.M. Training in hypoxia: modulation of metabolic and cardiovascular risk factors in man / D.M. Bailey, B. Davies, J. Baker // Med. Sci. Sports Exerc. - 2000. – V. 32, № 6. – P. 1058-1063.
14. Davidson A.C. Ventilatory control in normal man following five minutes exposure to hypoxia / A.C. Davidson, T.D. Cameron // Resp. Physiol. – 1985. – V. 60, № 2. – P. 227-233.

Анотація. *Ровна О.О. Дослідження індивідуальної чутливості до гіпоксії спортсменок синхронного плавання різних вікових груп. У статті досліджується індивідуальна чутливість до гіпоксії спортсменок синхронного плавання різних вікових груп та рівня спортивної майстерності. Метою нашого дослідження було вивчення індивідуальних і вікових адаптаційних можливостей до умов гіпоксії спортсменок синхронного плавання. Завдання дослідження: вивчення реакцій серцево-судинної системи та системи дихання в умовах гіпоксії для оцінки адаптивних можливостей; дослідження вікових та індивідуальних особливостей компенсації та адаптації при дозованих гіпоксичних впливах; аналіз стратегії компенсаторних і пристосувальних реакцій киснево-транспортної системи в умовах гіпоксії. Організація і методи дослідження: В обстеженні брало участь 70 спортсменок синхронного плавання у віці від 12 до 20 років: (12-13 років) молодша - 17 спортсменок; (14-16 років) середня - 40 спортсменок; (17-20 років) старша - 13 спортсменок. По зміні показників киснево-транспортної системи при проведенні стандартної гіпоксичної проби на початку і вкінці експерименту проаналізовано спрямованість адаптаційних змін виникаючих під впливом тренувального процесу і специфічного інтервального гіпоксичного тренування. Висновки: за досліджуваній період відзначено, що провідними є функціональні зміни в системі зовнішнього дихання і в меншій мірі в системі кровообігу.*

Ключові слова: *гіпоксична проба, спортсменки синхронного плавання, індивідуальна чутливість до гіпоксії, киснево-транспортна система, адаптація.*

Abstract. Rovna O.O. *The article investigates the individual sensitivity to hypoxia synchronized swimming athletes of different age groups and level of sportsmanship. The aim of our study was to examine individual and age adaptive capabilities to conditions of hypoxia synchronized swimming athletes. Objectives: to study the reactions of the cardiovascular system and respiratory system to hypoxia for the evaluation of adaptive capacities; study age and individual characteristics of compensation and adaptation in the hypoxic exposure dose; analysis of compensatory strategies and adaptive reactions in the oxygen system in hypoxia. Organization and Methods: In a survey of 70 female athletes participated synchronized swimming at the age of 12 to 20 years (12-13 years) younger - 17 athletes; (14-16 years), the average - 40 athletes; (17-20 years) older - 13 athletes. From the change in the oxygen system performance during hypoxic standard samples at the beginning and end of the experiment to evaluate the direction of adaptive changes occurring under the influence of the training process and the specific interval hypoxic training. Conclusions. During the study period indicated that the major functional changes are the external respiratory system and to a lesser extent circulatory system.*

Keywords: *hypoxic test, synchronized swimming athletes, individual sensitivity to hypoxia, oxygen-transport system, adaptation.*

Харьковская государственная академия физической культуры

Одержано редакцією 12.11.2014
Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 612.018:612.351.5

Л.О. Слободяник, П.І. Янчук

УЧАСТЬ СІРКОВОДНЮ У РЕГУЛЯЦІЇ ТКАНИННОГО КРОВОТОКУ В ПЕЧІНЦІ ЩУРІВ

В гострих дослідах на щурах реєстрували системний артеріальний тиск, тиск у ворітній вені та тканинний кровотік в печінці. Показано, що L- цистеїн розширює кровonosні судини печінки, внаслідок чого тиск крові в них знижується, а кровотік в органі збільшується. Блокада синтезу сірководню за допомогою DL-пропаргілгліцину не тільки повністю усуває ефекти L-цистеїну, але й зумовлює пригнічення синтезу H₂S з ендогенних його попередників, що призводить до звуження внутрішньопечінкових судин і, як наслідок, до підвищення тиску крові в них та зменшення кровотоку в органі.

Ключові слова: печінка, L- цистеїн, DL – пропаргілгліцин, локальний кровотік

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сірководень (H₂S) є біологічним медіатором, який залучений до фізіологічних і патологічних процесів в організмі [4]. Цей газовий посередник здатний синтезуватися ендогенно і може виявляти свої ефекти на серцево-судинну та нервову системи, а також впливати на роботу шлунково-кишкового тракту [3,10]. Субстратом для його ферментативного синтезу є сірковмісна амінокислота L-цистеїн, яка здатна надходити до організму разом з продуктами харчування, утворюватися під час розпаду білків або синтезуватися з L-метіоніну шляхом транссульфування [6]. Синтез H₂S здійснюється за участю ферментів цистатіонін-γ-ліази (ЦГЛ), цистатіонін-β-синтази (ЦВС) та 3-меркаптопіруватсульфуртрансферази (3-МПТ) [12], котрі локалізовані в різних клітинах організму. Так, ЦВС сприяє утворенню H₂S, в основному, в нервових клітинах, ЦГЛ зосереджена в гладеньких м'язах кровonosних судин, а в ендотеліальних клітинах, що вистеляють внутрішній просвіт судин – 3-МПТ [13].

На сьогодні відомо, що основний ефект, який виявляє H₂S на тонус судин серця, мозку та легень, є дилататорний [16,17,18]. Однак, дослідження останніх років показали, що в певних концентраціях сірководень може виступати в ролі судиннозвужувального фактора [1,8]. Разом з тим, питання щодо впливу H₂S на кровonosне русло печінки і досі є маловивченим.

Мета роботи. Дослідити зміни тканинного кровотоку в печінці щурів при введенні попередника синтезу сірководню L-цистеїну до та на фоні дії блокатора синтезу H₂S DL-пропаргілгліцину.

Методика

Робота виконана в гострих дослідах на 22 білих лабораторних щурах обох статей масою 200–300 г. Тварин наркотизували шляхом внутрішньоочеревинного введення розчину уретану (1 г/кг).

Під час експерименту у тварин реєстрували тиск крові в сонній артерії (АТ) та у ворітній вені (Твв). Для цього здійснювали катетеризацію судин. Вільні кінці катетерів під'єднували до датчиків електроманометра ЕМТ–31. Локальний кровотік (ЛК) в печінці визначали методом кліренсу водню з електрохімічною його генерацією – полярографом LP-9 [2]. Всі показники записували на реєстраторі Н071.6М.

Впродовж досліду у щурів за допомогою електротермометра ТПЕМ–1 вимірювали внутрішньоректально температуру тіла і підтримували її на рівні 38 ± 0,5 С⁰ за допомогою електрообігрівача.

У дослідженнях використовували амінокислоту L-цистеїн (30 мг/кг) та блокатор синтезу H_2S – DL-пропаргілгліцин (11 мг/кг), які вводили у ворітну вену безпосередньо або через гілку однієї брижових вен.

Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням пакету програм STATISTICA 8.0. Для оцінки нормальності розподілу застосовували тест Шапіро-Вілка. Результати, отримані у дослідженнях, представляли у вигляді $M \pm SD$ (середнє значення \pm середньоквадратичне відхилення). Відмінності між групами вважали вірогідними при рівні значущості $p < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Внутрішньопортальне введення L-цистеїну у дозі 30 мг/кг призводить до зниження системного артеріального тиску на 15,8% ($p < 0,01$), тиску у ворітній вені на 23,8% ($p < 0,001$) та збільшення локального кровотоку в печінці на 24% ($p < 0,001$) порівняно з вихідними рівнями цих показників, що свідчить про судинорозширювальний ефект цієї амінокислоти в печінці (рис. 1).

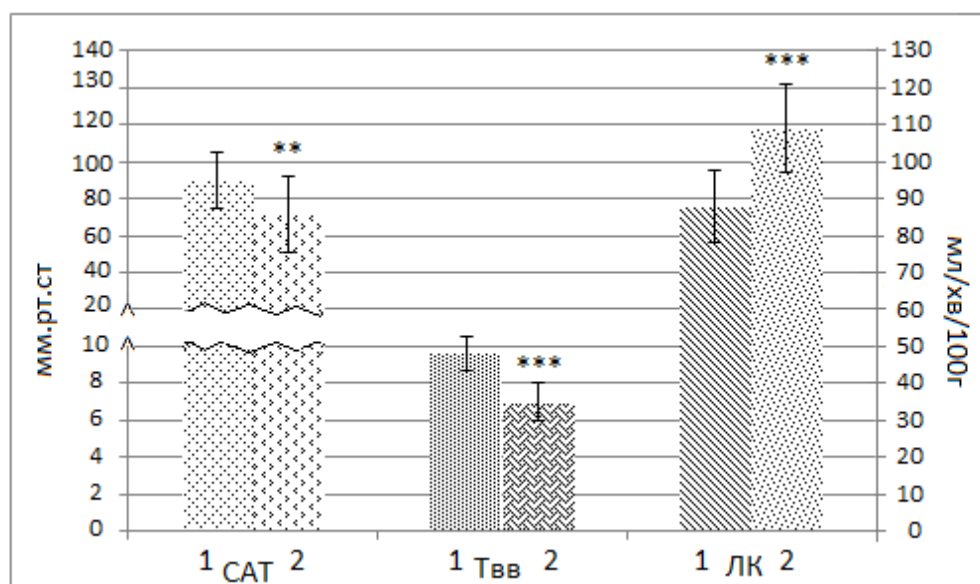


Рис. 1. Зміни системного артеріального тиску (САТ), тиску у ворітній вені (Твв) та локального кровотоку (ЛК) у печінці щурів при внутрішньопортальному введенні L-цистеїну (30 мг/кг); $M \pm SD$, $n=10$

Примітки: 1 – вихідний рівень показника; 2 – максимум реакції; ліворуч – шкала (у мм.рт.ст.) для тиску крові в артеріальних і ворітних судинах; праворуч – шкала (у мл/хв/100г) для тканинного кровотоку в печінці; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ – вірогідність змін відносно вихідного рівня

Така реакція кровоносних судин печінки на екзогенне введення L-цистеїну, імовірно всею, обумовлена додатковою активацією ферментів цистатіон- γ -ліази і цистатіонін- β -синтази, які здатні посилювати синтез H_2S [6,19]. Сірководень, здійснюючи прямий вплив на гладеньком'язові клітини (ГМК) спричиняє відкриття калієвих каналів, які чутливі до концентрації аденозинтрифосфату (АТФ) [14]. Зв'язуючись з сірковмісними групами білків цих каналів, H_2S змінює їх просторову конфігурацію і сприяє їх відкриття [7,11], що і призводить до посиленого виходу іонів калію з клітин в міжклітинний простір. Під час активації АТФ-чутливих калієвих каналів спостерігається інактивація потенціал-чутливих кальцієвих каналів L-типу, котрі й забезпечують надходження іонів кальцію (Ca^{2+}) всередину клітини. За умов високої внутрішньоклітинної концентрації Ca^{2+} розвивається скорочення ГМК.

Закриття цих каналів спричиняє зменшення концентрації вільного внутрішньоклітинного Ca^{2+} [13] і розслаблення гладеньком'язових клітин кровоносних судин, що призводить до розширення судин печінки, внаслідок чого тканинний кровотік в залозі збільшується, а тиск крові у портальних та артеріальних судинах органа знижується.

Відомо, що утворення H_2S в ендотелії судин та зірчастих клітинах печінки відбувається внаслідок деградації L-цистеїну в печінці за участю цистатіонін- γ -ліази (цистеїн + H_2O → піруват + H_2S + NH_3) [9,11,20]. Тому не можна виключити, що судиннорозширювальна дія L-цистеїну практично повністю реалізується за рахунок продукції сульфїду водню з цієї амінокислоти. Для перевірки даної гіпотези ми дослідили вплив інгібітора цистатіонін- γ -ліази DL-пропаргілгліцину на цистеїніндуковану вазодилатацію. Так, у відповідь на болюсне внутрішньопортальне введення DL-пропаргілгліцину спостерігалось підвищення САТ на 17,7% ($p < 0,001$) і Твв на 33,3% ($p < 0,01$), а також зниження ЛК в печінці щурів на 15,3% ($p < 0,001$) відносно вихідного рівня. Ці результати свідчать про те, що DL-пропаргілгліцин зумовлює пригнічення ендогенного синтезу сірководню, внаслідок чого, внутрішньопечінкові судини звужуються, що і призводить до підвищення в них тиску та зменшення кровотоку в печінці щурів (табл. 1).

Таблиця 1

Зміни системного артеріального тиску (САТ), тиску у ворітній вені (Твв) та локального кровотоку (ЛК) в печінці щурів при внутрішньопортальному введенні DL-пропаргілгліцину в дозі 11 мг/кг ($n=12$)

Показники	Вихідний рівень	Максимум реакції	% реакції від вихідного рівня
САТ мм.рт.ст.	$90,9 \pm 7,3$	$107 \pm 9,4$ $p < 0,001$	117,7
Твв мм.рт.ст.	$7,2 \pm 1,7$	$9,6 \pm 1,4$ $p < 0,001$	133,3
ЛК мл/хв/100г	$102,7 \pm 7,7$	$87,0 \pm 11,9$ $p < 0,01$	84,7

Як свідчать наші подальші дослідження, L-цистеїн на фоні дії блокатора призводив до підвищення САТ на 20,4% ($p < 0,05$), Твв – на 26,6% ($p < 0,01$) та зменшення ЛК в печінці на 11,7% ($p < 0,01$) порівняно з вихідним рівнем цих показників (рис.2).

Усунення реакцій досліджуваних показників печінкового кровообігу на L-цистеїн за умов блокади ЦГЛ DL-пропаргілгліцином вказує на те, що ініціюються ці вазодилаторні ефекти сірководнем, який синтезується ендотеліоцитами кровоносних судин.

Висновки

1. Результати наших досліджень свідчать про те, що сірководень відіграє важливу роль у регуляції кровообігу в печінці, свідченням тому є розширення кровоносних судин залози, зумовлене внутрішньопортальним введенням попередника синтезу сірководню L-цистеїну.

2. Блокада цистатіонін- γ -ліази за допомогою DL-пропаргілгліцину не тільки повністю усуває ефекти L-цистеїну, але й зумовлює пригнічення синтезу H_2S з ендогенних його попередників, що призводить до звуження внутрішньопечінкових судин і, як наслідок, до підвищення тиску крові в них та зменшення кровотоку в органі.

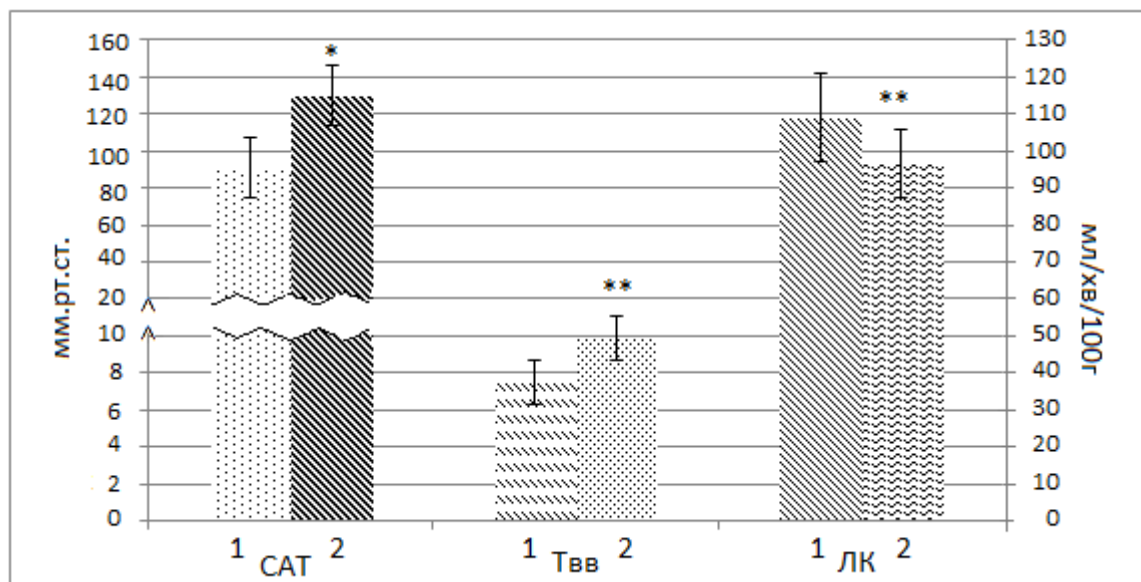


Рис. 2. Зміни системного артеріального тиску (САТ), тиску у ворітній вені (Твв) та локального кровотоку (ЛК) у печінці щурів при внутрішньопортальному введенні L-цистеїну (30 мг/кг) до та за умов введення DL-пропаргілгліцину (11 мг/кг); $M \pm SD$, $n=10$

Примітки: 1 – вихідний рівень показника; 2 – максимум реакції; ліворуч – шкала (у мм.рт.ст.) для тиску крові в артеріальних і ворітних судинах; праворуч – шкала (у мл/хв/100г) для тканинного кровотоку в печінці; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$ – вірогідність змін відносно вихідного рівня

Література

- Смаглий Л.В. Роль $Na^+, K^+, 2Cl^-$ -котранспорта в механізмах вазоконстрикторного действия сероводорода / Смаглий Л.В. // Современные проблемы науки и образования – 2013. – N2. – С. 543-549
- Янчук П.І. Модификационный электрод для регистрации локального кровотока в слизистой оболочке желудка методом водородного клиренса / Янчук П.І., Палатный Т.П., Русинчук Я.И. // Рос.Физиол.Журн. – 2005. – Т.91, N 9. – С.1108-1110
- Chen A.F., Chen D.D., Daiber A., at all. Free radical biology of the cardiovascular system / Chen A.F., Chen D.D., Daiber A., at all. // Clin. Sci. (Lond) – 2012. – V 123. –P.73-91
- Hernandez Guerra M. Ascorbic acid improves the intrahepatic endothelial dysfunction of patients with cirrhosis and portal hypertension / Hernandez Guerra M., Garcia Pagan J.C., Turnes J. // Hepatology. – 2006 – V 43 – P. 485 – 491
- Jain S.K. Low levels of hydrogen sulfide in the blood of diabetes patients and streptozotocin-treated rats causes vascular inflammation? / Jain S.K., Bull R., Rains J.L., Bass P.F. // Antioxid. Redox Signal. – 2010. – V 12. – P.1333-1337
- Kimura H. Hydrogen sulfide: its production and functions / Kimura H // Exp. Physiol. – 2011. – V 96. – P.833-835.
- King S.B. Potential biological chemistry of hydroge sulfide (H_2S) with the nitrogen oxides / King S.B. // Free Radic. Biol. Med. – 2013. – V 55. – P.1-7
- Lim J. J. Vasoconstrictive effect of hydrogen sulfide involves downregulation of cAMP in vascular smooth muscle cells / Lim J. J., Liu Y.H., Win E. S., Khin J. // Am. J. Physiol. Cell. Physiol. – 2008. – V 295. – P. 1261-1270
- Lowicka E. Hydrogen sulfide (H_2S) – the third gas of interest for pharmacologists / Lowicka E. // Pharmacological Reports.- 2007.- V 59. – P.4-24

10. Magableh M.R. Mechanism of vasorelaxation and role of endogenous hydrogen sulfide production in mouse aorta / Magableh M.R., Hart J.L. // *Naunyn. Schmiedebergs Arch. Pharmacol.* – 2011. – V 383. – P.403-413
11. Morel A. Antioxidative properties of hydrogen sulfide may involve in its antiadhesive action on blood platelets / Morel A., Malinowska J., Olas B. // *Clin. Biochem.* – 2012. – V 45. – P.1678-1682
12. Olson K.R. Is hydrogen sulfide a circulating “gasotransmitter” in vertebrate blood? / Olson K.R. // *Biochim. Biophys. Acta.* – 2009. – V 1787. – P.856-863
13. Renga B. Hydrogen sulfide generation in mammals: the molecular biology of cystathionine-beta- synthase (CBS) and cystathionine-gamma-lyase (CSE) / Renga B. // *Inflamm. Allergy Drug Targets* – 2011. – V 10. – P.85-91
14. Rossoni G. The hydrogen sulphide-releasing derivative of diclofenac protects against ischaemia-reperfusion injury in the isolated rabbit heart / Rossoni G., Sparatore A., Tazzari V. // *Br. J. Pharmacol.* – 2008.– V 153. – P.100-109
15. Streeter E. An investigation of the mechanisms of hydrogen sulfide-induced vasorelaxation in rat middle cerebral arteries / Streeter E., Hart J., Badoer E. // *Naunyn Schmiedebergs Arch. Pharmacol.* – 2012. – V 385. – P.991-1002
16. Sun Yan Hydrogen sulfide and vascular relaxation / Sun Yan, Tang Chao-shu, Du Jun-bao and JIN Hong-fang // *Chin. Med. J.* – 2011 – V 124(22). – P.3816-3819
17. W. Zhao The vasorelaxant effect of H₂S as a novel endogenous gaseous K(ATP) channel opener / W. Zhao, J. Zhang, Y. Lu // *EMBO J.* – 2001 – Vol.20(21). – P. 6008-6016.
18. Xiao Yu Tiana NaHS relaxes rat cerebral artery in vitro via inhibition of l-type voltage-sensitive Ca²⁺channel / Xiao Yu Tiana, WingTak Wonga, Nazish Sayed // *Pharmacological Research* – 2012 – V 65. – P.239-246
19. Yang G. H₂S as a physiologic vasorelaxant: hypertension in mice with deletion of cystathionine gamma-lyase / Yang G., Wu L., Jiang B., Yang W, Qi J., Cao K., Meng Q., Mustafa A.K., Mu W., Zhang S // *Science* – 2008. – V 322. – P.587-590
20. Yang G. Increased neointimal formation in cystathionine gamma-lyase deficient mice: role of hydrogen sulfide in alpha5beta1-integrin and matrix metalloproteinase-2 expression in smooth muscle cells / Yang G., Li H., Tang G., Wu L., Zhao K., Cao Q., Xu C., Wang R. // *J. Mol. Cell Cardiol.* – 2012. – V 52. – P.677-688.

Аннотация. Слободяник Л.А., Янчук П.И. Участие сероводорода в регуляции тканевого кровотока в печени крыс. В острых опытах на крысах регистрировали системное артериальное давление, давление в воротной вене и тканевой кровотоков в печени. Показано, что L- цистеин расширяет кровеносные сосуды печени, в результате чего давление крови в них снижается, а кровотоков в органе увеличивается. Блокада синтеза сероводорода с помощью DL-пропаргилглицина не только полностью устраняет эффекты L-цистеина, но и обуславливает угнетение синтеза H₂S из эндогенных его предшественников, что приводит к сужению внутрипеченочных сосудов и, как следствие, к повышению давления крови в них и уменьшению кровотока в органе.

Ключевые слова: печень, L- цистеин, DL – пропаргилглицин, локальный кровотоков.

Summary. Slobodianyuk L.O., Yanchuk P.I. Regulation of tissue blood flow by the action of hydrogen sulfide in liver rats. The tissue blood flow in the liver, systemic blood pressure, pressure in the portal vein was investigated in acute experiments on rats. It was shown that the injection of L-cysteine increases tissue blood flow and decreases pressure in the vessels of liver. After injection blocker DL-proparhillsyn in the portal vein synthesis of endogenous hydrogen sulfide reduced. The effects of L-cysteine causing constriction of intrahepatic vessels. Blood pressure in the portal vein and carotid artery increasing, tissue blood flow reduced in the liver rats.

Key words: liver, L- cysteine, DL - propargilglitsin, local blood flow

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Одержано редакцією

04.11.2014

Прийнято до публікації

07.12.2014

УДК 582:635.054: 635.925 (477.46)+(477.41)

О.В. Спрягайло

ПЕРСПЕКТИВИ ЗБАГАЧЕННЯ ТАКСОНОМІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ КУЛЬТИВОВАНОЇ ДЕНДРОФЛОРИ СЕРЕДНЬОГО ПОДНІПРОВ'Я

Останнім часом спостерігається тенденція масового завезення рослин нових таксонів із-за кордону садовими фірмами, товариствами чи садоводами-аматорами без наукового підходу і контролю щодо їх впровадження у культуру. Крім того, при цьому є суттєвий ризик занесення в Україну рослин інвазійно-активних видів, здатних швидко розповсюдитись за межі території культивування і завдати шкоди видам природної флори.

Нами оцінено перспективи збагачення таксономічного різноманіття культивованої дендрофлори Середнього Подніпров'я. З огляду на те, що в об'єктах озеленення регіону використовуються рослини лише 10,3% видів, гібридів і культиварів, наявних у флористичному списку інтродуцентів Лісостепу та 7,4% – України, обґрунтовано можливості збагачення асортименту деревних рослин Середнього Подніпров'я за рахунок залучення нових таксонів, інтродукованих спеціалізованими установами у суміжні регіони.

Виявлено, що у складі природної дендрофлори Середнього Подніпров'я налічується 101 вид дерев, кущів та ліан, з яких у насадженнях регіону використовується лише 60,4%. Серед аборигенних видів деревних рослин, потенційно перспективних для залучення у озеленення, заслуговують на увагу красивоквітуючі кущі – 33 види, рослини із яскравими плодами – 24 види, придатні для закріплення схилів, ярів та берегів водойм – 30 видів.

Ключові слова: дендрофлора, асортимент, інтродукція, озеленення, фітомеліорація

Постановка проблеми. В умовах активної антропогенної трансформації природно-ландшафтних комплексів надзвичайно актуальною є проблема мінімізації негативного впливу техногенних та деяких природних чинників на здоров'я людини. У цьому аспекті важливою, а часто вирішальною, є роль рослин і зокрема, деревних, у складі паркових, вуличних, захисних та інших насаджень. Всебічне дослідження культивованої дендрофлори певного регіону дозволяє зробити аналіз можливостей її оптимального використання, доцільності реконструкції існуючих фітосистем чи створення нових.

Одним із напрямків покращення функціональних можливостей об'єктів озеленення є інтродукція нових видів, гібридів та культиварів. Широкий асортимент доступних для фітомеліорації таксонів робить можливим вирішення ряду завдань екологічного, економічного та природоохоронного характеру.

Проте, останнім часом спостерігається тенденція масового завезення нових таксонів рослин із-за кордону садовими фірмами, товариствами чи садоводами-аматорами без наукового підходу і контролю щодо їх впровадження у культуру. Крім того, при цьому є суттєвий ризик занесення в Україну рослин інвазійно-активних видів, здатних швидко розповсюдитись за межі території культивування і завдати шкоди видам природної флори.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням оптимізації таксономічного складу культивованої дендрофлори окремих регіонів України приділено багато уваги різними науковцями: В.І. Гнезділовою – в Передкарпатті [1], В.В. Немерцаловим – в Одесі [10], Т.В. Панасенко – на Полтавщині [11], В.М. Черняком – на Волино-Поділлі [16], Л.О. Коцун – на Волині [8], Н.В. Дерев'янку – у Північному Причорномор'ї [5]. Перспективи інтродукції окремих таксономічних груп дендрофлори оцінювали Слюсар С.І. – для *Taxodiaceae* F.W. Neger, Н. М. [12], Трофименко – для *Rosaceae* Juss. [14], С. І. Кузнецов – для *Pinopsida* [9] та ін. Суттєвий вклад у комплексний аналіз наявного

асортименту деревних рослин в Україні внесли М.А. Кохно і О.М. Курдюк, які підсумували результати багаторічної інтродукції дендрофлори на території України та науково обґрунтували можливості подальшого залучення нових видів у різних регіонах [7]. Оцінка наявного в Україні асортименту видів, гібридів і культиварів деревних рослин у культурі зібрана у комплексному виданні «Дендрофлора України» [2-4].

Мета статті: оцінка шляхів збагачення таксономічного різноманіття культивованої дендрофлори Середнього Подніпров'я.

Методика

Аналіз таксономічної різноманітності культивованої дендрофлори регіону проводили на основі обстеження семи парків-пам'яток садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення, 33 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва місцевого значення, трьох заповідних урочищ та 31 парків і скверів, що не мають режиму охорони (разом 75 паркових об'єктів). Оцінку вуличних насаджень здійснювали на підставі дослідження пришляхового озеленення 15 міст та 24 сіл Черкаської та Київської областей (разом 39 населених пунктів).

Різноманітність культивованої дендрофлори, що використовується у лісовому господарстві регіону, визначали шляхом обстеження ділянок, на яких впроваджувались лісові культури за участю інтродуцентів, а також на основі даних лісових господарств.

Ступінь залучення деревних рослин у культуру захисних насаджень оцінювали за результатами дослідження полезахисних лісосмуг, берегів Канівського та Кременчуцького водосховищ, автотранспортних шляхів за межами населених пунктів.

Інвентаризацію наявних насаджень проводили методом маршрутних обстежень. Латинські назви та номенклатуру таксонів приймали згідно з роботами С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [17] з урахуванням матеріалів довідників «Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі» [2-4]. Оцінку повноти використання в регіоні видів і культиварів, інтродукованих в Україну, здійснювали шляхом порівняння власних спостережень із матеріалами М.А. Кохна й О.М. Курдюка [7], автохтонної флори – з даними В. І. Чопик, М. М. Бортняк, Ю. О. Войтюк та ін. [6].

Результати та їх обговорення

Середнє Подніпров'я – це історично сформований регіон, осьовою частиною якого є середня течія річки Дніпро. Його межі на правому березі окреслюються місцем розташування колишнього міста Заруб (вище м. Канів) у північній частині, м. Чигирин на півдні та м. Звенигородка на заході; на лівому березі – від м. Переяслав-Хмельницький на півночі до впадіння р. Сули у Дніпро – на півдні [15]. Адміністративно регіон знаходиться на території Черкаської (Звенигородський, Золотоніський, Кам'янський, Канівський, Корсунь-Шевченківський, Лисянський, Смілянський, Черкаський, Чигиринський, Чернобаївський райони) та Київської (Кагарлицький, Миронівський, Переяслав-Хмельницький райони) областей. Тут зосереджено багато історичних, культурних, природних пам'яток і визначних місць з одного боку і об'єктів, що потенційно є зонами екологічного ризику (промислові підприємства, ерозійно-небезпечні ділянки та прибережні райони річкової мережі, що перебувають під впливом абразії та ін.) – з іншого.

Згідно з районуванням території України для інтродукції деревних рослин, Середнє Подніпров'я належить до Північно-Східного інтродукційного району, що включає Білоцерківсько-Уманський округ Правобережного інтродукційного підрайону та Лівобережний інтродукційний підрайон. Вважається, що доцільно здійснювати залучення нових видів рослин із територій-кліматичних аналогів регіону-реципієнта. За сукупністю показників, регіонами, що могли б бути джерелами інтродукції нових

таксонів рослин, є Північно-східна частина Середземномор'я, північна частина Атлантичного регіону Північної Америки (для Правобережного інтродукційного підрайону), а також північна частина Середземномор'я – для Лівобережного інтродукційного підрайону [7].

Крім цього, у зв'язку з порівняно комфортними ґрунтово-кліматичними умовами та наявністю значної екологічної пластичності у багатьох інтродукованих видів рослин, на території правобережної частини Середнього Подніпров'я можна з успіхом культивувати види з Кавказу, Середньої Азії, Північних районів Центрального Китаю і Північно-Східного Китаю, Кореї, Примор'я, Північної частини Японії, північних і центральних частин Тихоокеанського регіонів Північної Америки.

Дещо суворіші зимові умови та менша кількість опадів у літні періоди на Лівобережжі дозволяють залучати рослинний матеріал із тих же областей, що і для Правобережного інтродукційного підрайону, але вимагають легкого зимового укриття для середземноморських, закавказьких, китайських і японських видів рослин у молодому віці [7].

Унаслідок власних досліджень нами встановлено, що культивована дендрофлора регіону налічує 279 видів, 13 гібридів та 89 культиварів деревних рослин, що належать до 130 родів, 56 родин, 41 порядку, 4 класів, двох відділів. З огляду на кількість фактично інтродукованих таксонів дерев, кущів та ліан в Лісостеп України зокрема та в Україну загалом, Середнє Подніпров'я має значний невикористаний інтродукційний потенціал. В об'єктах озеленення регіону використовуються рослини лише 10,3% видів, гібридів і культиварів, наявних у флористичному списку інтродуцентів Лісостепу та 7,4% – України (табл. 1).

Таблиця 1

Повнота використання у Середньому Подніпров'ї інтродукованих в Україну деревних рослин

Таксони	Кількість таксонів у регіоні, шт.*			Використання у Середньому Подніпров'ї деревних рослин, %від інтродукованих	
	Середнє Подніпров'я	Лісостеп України	Україна	у Лісостепу	в Україні
Родів	79	219	276	36,1	28,6
Видів і різновидностей	205	1568	2282	13,1	8,9
Культиварів	51	910	1173	5,6	4,4
Разом видів, різновидностей і культиварів	256	2478	3455	10,3	7,4

*Примітка. Кількість інтродукованих родів, видів, різновидностей і культиварів деревних рослин у Лісостепу України та на території України – згідно даних Кохно, Курдюк, 1994 [7], у Середньому Подніпров'ї – власні дослідження

Незважаючи на значний потенціал регіону за ґрунтово-кліматичними умовами, у його об'єкти озеленення залучено 79 родів, 205 видів і різновидностей та 51 культивар

дерев, кущів та ліан, що становить 36,1%, 13,1% і 5,6% відповідно від загальної кількості інтродукованих деревних рослин Лісостепу.

Значні можливості використання випробуваних у Лісостепу України видів і культиварів стосуються рослин обох відділів – *Pinophyta* і *Magnoliophyta* (рис. 1-2).

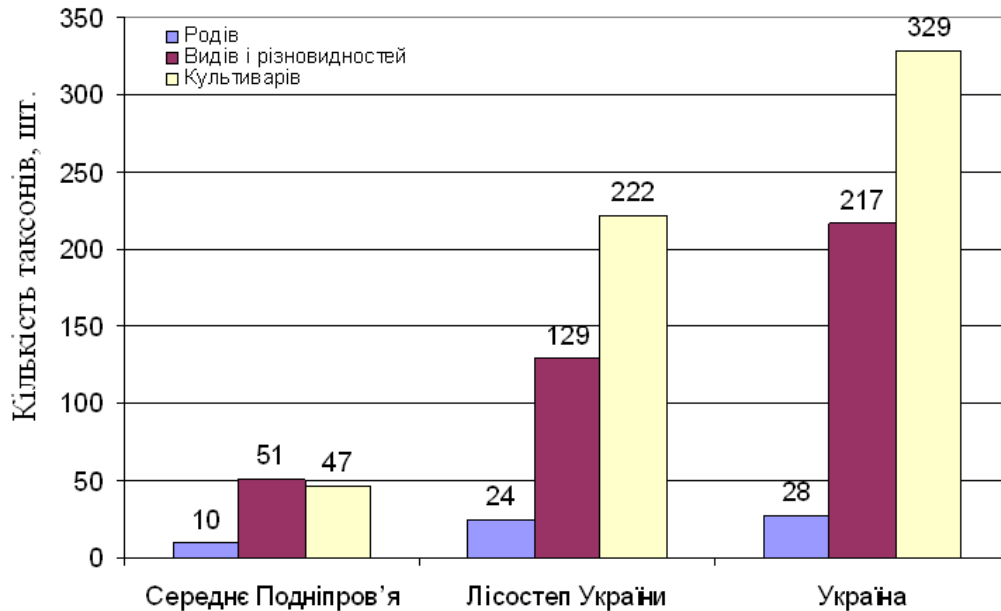


Рис. 1. Порівняння кількості таксонів інтродукованих рослин відділу *Pinophyta*, які використовуються у насадженнях Середнього Подніпров'я, Лісостепу та України

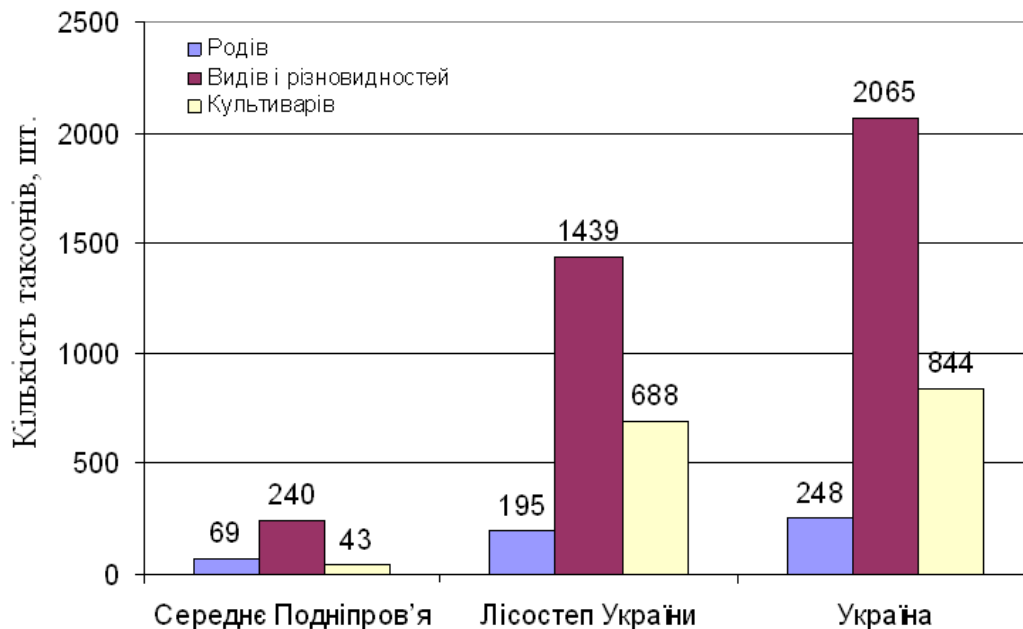


Рис. 2. Порівняння кількості таксонів інтродукованих рослин відділу *Magnoliophyta*, які використовуються у насадженнях Середнього Подніпров'я, Лісостепу та України

Із випробуваних у лісостеповій зоні України дерев і кущів відділу *Pinophyta* до Середнього Подніпров'я залучено 41,67% родів, 39,53% видів і різновидностей та 21,17% культиварів (разом – 27,92%). Практичне використання представників відділу

Magnoliophyta знайшли 35,38%, 16,68% та 6,25% відповідних таксонів, що загалом становить 13,31%.

З огляду на це, збагачення культивованої дендрофлори новими родами, видами, різновидами і культиварами можливе шляхом залучення їх із об'єктів озеленення, розміщених у суміжних регіонах. Об'єктами-донорами цінних аборигенних та інтродукованих видів рослин, придатних для вирощування у Середньому Подніпров'ї, могли б стати спеціалізовані установи, які уже провели роботу із оцінки біологічних та екологічних властивостей нових інтродуцентів, у т.ч. і на предмет їхньої інвазійності: Національний дендропарк «Софіївка» (близько 1220 деревних видів і культиварів), Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка (1100). Ботанічний сад ім. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка (1820), дендропарк «Олександрія» НАН України (близько 1000), Устимівський дендропарк (489).

Крім інтродукції, важливим джерелом збагачення культивованої дендрофлори є види деревних рослин, що природно зростають у регіоні культивування і мають необхідні господарсько-цінні характеристики – своєрідний габітус, кольори листків, квіток чи плодів, можливість заготівлі лікарської сировини тощо.

Формування флори певної території є закономірним наслідком природно-історичних процесів, що протікали на цій ділянці земної кулі. Еволюційні зміни видової різноманітності та генетичних адаптацій рослин призвели до виокремлення видів, екологічний оптимум яких відповідає особливостям місцевих природно-кліматичних умов. У зв'язку з цим, залучення аборигенних видів рослин до складу культивованої дендрофлори дозволяє отримувати бажаний ефект у фітомеліорації за рахунок використання стійких до ряду несприятливих факторів таксонів.

У складі природної дендрофлори Середнього Подніпров'я налічується 101 вид дерев, кущів та ліан [6], з яких у насадженнях регіону використовується лише (60,4%).

Досить широко в озеленення залучаються *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth *Fraxinus excelsior* L., *Pinus sylvestris* L., *Populus alba* L., *P. nigra* L., *P. tremula* L., *Prunus domestica*, *Pyrus communis* L., *Quercus robur* L., *Rosa canina* L., *Salix alba* L., *Sambucus nigra* L., *Tilia cordata* Mill. та ін., значно рідше – *Alnus incana* L., *Euonymus nana* Vieb., *Salix triandra* L. і т.п. [13]. Зазначені види часто використовуються як основа стійких паркових, вуличних, лісових та фітомеліоративних насаджень. У багатьох випадках доміантними видами старовинних парків виступають *Acer platanoides*, *A. campestre* L., *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior* тощо.

Інші 39,6% видів деревних рослин місцевої флори могли б також залучатися у різні об'єкти озеленення для покращення декоративного вигляду озеленованих територій, збереження рідкісних таксонів, з фітомеліоративною метою та ін. Серед аборигенних видів деревних рослин, перспективних для залучення у озеленення, заслуговують на увагу красивоквітучі кущі – 33 види, серед яких *Crataegus curvisepala* Lindm., *Daphne mezereum* L. (у силу значної отруйності – лише у ботанічних садах та інших контрольованих колекціях), *Rosa pimpinellifolia* L., *Spiraea crenata* L. та ін.); рослини із яскравими плодами – 24 види, у т.ч. *Crataegus pseudokyrkostyla* Klok., *Malus praecox* (Pall.) Borkh., *Rosa rubiginosa* L. та ін.; придатні для закріплення схилів, ярів та берегів водойм – 30 видів, зокрема, *Rubus nessensis* W. Hall., *Salix viminalis* L., *Spiraea hypericifolia* L. і т.п. (табл. 2).

У складі природної дендрофлори Середнього Подніпров'я трапляються також види, занесені до Червоної книги України: *Daphne sneorum*, *Euonymus nana*, *Staphylea pinnata* L. Вони зрідка уже використовуються у деяких об'єктах озеленення, але їхнє ширше культивування у колекційних насадженнях сприятиме збереженню біологічного різноманіття та відновлення чисельності природних популяцій.

Таблиця 2

Фітомеліоративний потенціал видів автохтонної дендрофлори
Середнього Подніпров'я

№ з/п	Вид	Фітомеліоративна цінність		
		Красиво-квітучі	Із яскравими плодами	Для закріплення схилів
1.	<i>Amygdalus nana</i> L.	+		+
2.	<i>Cerasus fruticosa</i> Pall.		+	+
3.	<i>Chamaecytisus austriacus</i> L.	+		
4.	<i>Chamaecytisus lindemanni</i> V.Krecz.	+		
5.	<i>Chamaecytisus pineticola</i> Ivczenko	+		
6.	<i>Chamaecytisus ratisbonensis</i> Schaeff.	+		
7.	<i>Crataegus curvisepala</i> Lindm.	+	+	+
8.	<i>Crataegus fallaciana</i> Klok.	+	+	+
9.	<i>Crataegus leiomonogina</i> Klok.	+	+	+
10.	<i>Crataegus lipskyi</i> Klok.	+	+	+
11.	<i>Crataegus praearmata</i> Klok.	+	+	+
12.	<i>Crataegus pseudokyrkostyla</i> Klok.	+	+	+
13.	<i>Crataegus subrotunda</i> Klok.	+	+	+
14.	<i>Daphne mezereum</i> L.	+	+	
15.	<i>Euonymus czernjaevii</i> Klok.		+	+
16.	<i>Genista germanica</i> L.	+		
17.	<i>Genista tinctoria</i> L.	+		
18.	<i>Malus praecox</i> (Pall.) Borkh.	+	+	
19.	<i>Prunus stepposa</i> Kotov.	+		+
20.	<i>Rosa caryophyllacea</i> Bess.	+	+	+
21.	<i>Rosa corymbifera</i> Borkh.	+	+	+
22.	<i>Rosa dumalis</i> Bechst.	+	+	+
23.	<i>Rosa gorenkensis</i> Bess.	+	+	+
24.	<i>Rosa klukii</i> Bess.	+	+	+
25.	<i>Rosa majalis</i> Herrm.	+	+	+
26.	<i>Rosa mediata</i> Dubovik.	+	+	+
27.	<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	+	+	+
28.	<i>Rosa rubiginosa</i> L.	+	+	+
29.	<i>Rosa schmalhauseni</i> Chrshan.	+	+	+
30.	<i>Rosa spinosissima</i> L.	+	+	+
31.	<i>Rosa subafzeliana</i> Chrshan.	+	+	+
32.	<i>Rosa villosa</i> L.	+	+	+
33.	<i>Rubus nessensis</i> W. Hall.			+
34.	<i>Salix pentandra</i> L.			+
35.	<i>Salix rosmarinifolia</i> L.			+
36.	<i>Salix viminalis</i> L.			+
37.	<i>Salix vinogradovii</i> A.Skvorts.			+
38.	<i>Spiraea crenata</i> L.	+		+
39.	<i>Spiraea hypericifolia</i> L.	+		+
40.	<i>Spiraea litwinowii</i> Dobroc.	+		+

Висновки

1. Збагачення асортименту деревних рослин Середнього Подніпров'я пов'язане із перспективами залучення нових видів, гібридів і культиварів із суміжних регіонів України або використання автохтонних видів рослин, що мають цінні господарські властивості.
2. В об'єктах озеленення регіону використовуються рослини лише 10,3% видів, гібридів і культиварів, наявних у флористичному списку інтродуцентів Лісостепу та 7,4% – України.
3. З випробуваних у лісостеповій зоні України дерев і кущів відділу *Pinophyta* до Середнього Подніпров'я залучено 41,67% родів, 39,53% видів і різновидностей та 21,17% культиварів (разом – 27,92%). Практичне використання представників відділу *Magnoliophyta* знайшли 35,38%, 16,68% та 6,25% відповідних таксонів, що загалом становить 13,31%. З огляду на це, збагачення культивованої дендрофлори новими родами, видами, різновидами і культиварами можливе шляхом залучення їх із об'єктів озеленення, розміщених у суміжних регіонах.
4. У складі природної дендрофлори Середнього Подніпров'я налічується 101 вид дерев, кущів та ліан, з яких у насадженнях регіону використовується лише 60,4%. Серед аборигенних видів деревних рослин, потенційно перспективних для залучення у озеленення, заслуговують на увагу красивооквітуючі кущі – 33 види, рослини із яскравими плодами – 24 види, придатні для закріплення схилів, ярів та берегів водойм – 30 видів.

Література

1. Гнезділова В. І. Культивована дендрофлора покритонасінних Передкарпаття та перспективи її використання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / В. І. Гнезділова; НАН України. Нац. ботан. сад ім. М. М. Гришка. – К., 2003. – 20 с.
2. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні: довідник / [М. А. Кохно, В. І. Гордієнко, Г. С. Захаренко та ін.]; за ред. М. А. Кохна, С. І. Кузнецова; НАН України, Нац. бот. сад ім. М. М. Гришка. – К.: Вища шк., 2001. – 207 с.
3. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні. Частина I.: довідник / [М. А. Кохно, Л. І. Пархоменко, А. У. Зарубенко та ін.]; за ред. М. А. Кохна. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 448 с.
4. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні. Частина II.: довідник / [М. А. Кохно, Н. М. Трофименко, Л. І. Пархоменко та ін.]; за ред. М. А. Кохна та Н. М. Трофименко. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 716 с.
5. Дерев'янка Н. В. Декоративні деревні рослини у Північному Причорномор'ї (інтродукція, біоекологічні особливості, використання): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Н. В. Дерев'янка; НАН України; Нац. ботан. сад ім. М. М. Гришка. – К., 2011. – 21 с.
6. Конспект флори Середнього Придніпров'я. Судинні рослини / [В. І. Чопик, М. М. Бортняк, Ю. О. Войтюк та ін.]. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 140 с.
7. Кохно Н. А. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине / Н. А. Кохно, А. Н. Курдюк. – К.: Наук. думка, 1994. – 188 с.
8. Коцун Л. О. Культивована дендрофлора Волині та перспективи її використання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Л. О. Коцун; НАН України; Центр. бот. сад ім. М. М. Гришка. – К., 1999. – 18 с.
9. Кузнецов С. І. Таксономічний склад та систематика хвойних дендрофлори України на основі сучасних тенденцій / С. І. Кузнецов, О. М. Курдюк, К. В. Маєвський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво. - 2013. - Вип. 187, ч. 3. - С. 94-100.
10. Немерцалов В. В. Дендрофлора міста Одеси (формування, сучасний стан, перспективи оптимізації): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / В. В. Немерцалов; НАН України. Нац. ботан. сад ім. М. М. Гришка. – К., 2008. – 21 с.
11. Панасенко Т. В. Дендрофлора парків Полтавщини: сучасний стан, шляхи збереження та розвитку: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка» / Т. В. Панасенко; НАН України. Нац. бот. сад ім. М. М. Гришка. – К., 2007. – 20 с.

12. Слюсар С. І. Інтродукція таксодієвих (*Taxodiaceae* F.W. Neger) в Лісостепу України : монографія / С. І. Слюсар, С. І. Кузнецов; НАН України. Нац. аграр. ун-т, Нац. ботан. сад ім. М.М.Гришка. - К., 2008. - 142 с.
13. Спрягайло О.В. Поширеність деревних рослин у об'єктах озеленення Середнього Подніпров'я / О.В. Спрягайло // Матер. IV Міжнародної наукової конференції "Збереження та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в умовах сталого розвитку" (до 225-річчя Державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України), 23–26 вересня 2013 р. – Б. Церква. – 2013. – С. 45-46.
14. Трофименко Н.М. Інтродукція видів родини Rosaceae Juss. і перспективи їх культури в Україні / Н.М. Трофименко, Л.Г. Галицька // Бюлетень Держ. Нікітського ботанічного саду. - 1999. - Вип.79. - С.168-179.
15. Чабан А. Ю. Середнє Подніпров'я: в 2 т. – Книга 1 / А. Ю. Чабан. – Черкаси : РВВ ЧДУ, 1999. – 188 с.
16. Черняк В. М. Культивована дендрофлора Волино-Поділля, перспективи її використання та збагачення: автореф. дис. д-ра біол. наук: 06.03.01 / В. М. Черняк; Укр. держ. лісотехн. ун-т. – Л., 2005. – 37 с.
17. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. Nomenclatural checklist. – Kiev, 1999. – 345 p.

Аннотація. *Спрягайло А.В. Перспективи обогачення таксономического разнообразия культивируемой дендрофлоры Среднего Поднепровья. Оценены перспективы обогачення таксономического разнообразия культивируемой дендрофлоры Среднего Поднепровья за счет привлечения новых таксонов, интродуцированных специализированными учреждениями в смежные регионы. Выявлено, что в составе естественной дендрофлоры Среднего Поднепровья насчитывается 101 вид деревьев, кустарников и лиан, из которых в насаждениях региона используется только 60,4%. Среди аборигенных видов, потенциально перспективных для привлечения в озеленение, заслуживают внимания красивоцветущие кустарники - 33 вида, растения с яркими плодами - 24 вида, для закрепления склонов, оврагов и берегов водоемов - 30 видов.*

Ключевые слова: дендрофлора, асортимент, интродукция, озеленение, фитомелиорация

Summary. *Spryagailo O.V. The prospects for enrichment of taxonomic diversity of Middle Dnieper cultivated dendroflora. Recently, the tendency of mass importation of new taxons of plants from abroad companies, societies or amateur gardeners without a scientific approach and control over their implementation in culture has been observed. Furthermore, there is a substantial risk of entry into Ukraine invasive-active species of plants. These species can quickly spread outside the cultivation and cause harmful influence on species of natural flora. We estimated the prospects for taxonomic diversity enriching of Middle Dnieper cultivated dendroflora. Judging from the fact, that in the objects of planting plants in the region only 10.3% of the species, hybrids and cultivars available in the floristic list of forest-steppe zone and 7.4% - Ukraine are used, we reasonably offer the enrichment opportunities in the range of woody plants of Middle Dnieper area through attracting new taxons, introduced by specialized agencies to adjacent regions. It was found that the Middle Dnieper dendroflora has 101 species of trees, shrubs and vines, from which 60.4% are used in greenery. Among the native species of woody plants, potentially promising for involvement in gardening, noteworthy are beautifully blooming bushes - 33 species, plants with bright fruit - 24 species suitable for fixing slopes, ravines and shores of water bodies - 30 species.*

Keywords: dendroflora range, introduction, planting, phitomelioration.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією 06.10.2014
 Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК: 612.1./66/.821

Н.О. Таровик, Г.В. Коробейніков

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У ПІДЛІТКІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ

Підлітковий вік характеризується особливістю функціонування всіх систем організму. У підлітків переважають процеси збудження, значно погіршується диференційоване гальмування, умовно-рефлекторні реакції стають менш адекватні подразненню і мають більш бурхливий характер. Рухова активність дітей цього періоду відрізняється великою кількістю додаткових рухів. Також в наслідок статевого дозрівання відбувається активація гормональних функцій статевих залоз.

Під час дослідження була проведена комплексна оцінка психофізіологічних процесів організму підлітків. Були отримані показники нервової системи: швидкість простої та складної сенсомоторної реакції, сили, лабільності, рівноваги нервових процесів, показники розподілу та обсягу уваги і м'язової витривалості.

Ключові слова: психофізіологічні процеси, центральна нервова система, сенсомоторні реакції, статеве дозрівання

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Специфіка підліткового етапу розвитку головним чином обумовлена біологічним фактором – статевим дозріванням. Процес статевого дозрівання супроводжується суттєвими змінами всіх фізіологічних систем, і центральної нервової системи (ЦНС) включно. Цей період індивідуального розвитку характеризується різкою активністю гіпоталамусу, що і призводить до змін функціонування організму. Незрілість периферичних статевих залоз і відсутність їх гальмівних явищ призводить до над активності гіпоталамусу. В процесі дозрівання цих залоз і формуванням механізмів саморегуляції в ендокринній системі відбувається нормалізація активності гіпоталамусу, внаслідок чого зникає його негативний вплив на організм підлітка [2].

В наслідок діяльності статевих залоз у взаємодії з гіпофізом та щитовидною залозою змінюється нейроендокринні та нейрогуморальні співвідношення в організмі, характерні для даного вікового періоду [7].

Функціональні особливості організму підлітків визначають психофізіологічні характеристики функціонального стану. У підлітковому періоді підвищується збудливість і функціональна рухливість нервових процесів. В організмі відбуваються ендокринні перебудови, які впливають на властивості вищої нервової діяльності. Рівновага основних нервових процесів змінюється за рахунок гормональних змін. Активація статевих залоз впливає на зміни реактивності організму, сили, рухливості та врівноваженості основних нервових процесів, що зумовлюється послабленням гальмування [10].

Період статевого дозрівання та пов'язані з ним зміни функціонального стану організму зумовлюють специфіку центральної регуляції рухової діяльності на цьому етапі розвитку. Це призводить до уповільнення процесу удосконалення та погіршення, в період інтенсивної, гормональної зміни фізіологічних функцій організму. На заключному етапі пубертатного періоду при формуванні стійкої взаємодії ланок ендокринної системи зупиняються негативні дестабілізуючі впливи статевого дозрівання на функціонування ЦНС. Функціональний стан ЦНС на даному етапі розвитку практично набуває зрілого рівня, проте необхідно враховувати вікові та індивідуальні функціональні можливості підлітків [2, 6].

Сила нервових процесів відображає загальну працездатність людини: людина з сильною нервовою системою здатна витримувати більш інтенсивне і тривале навантаження, ніж людина зі слабкою нервовою системою. При цьому, стомлення внаслідок психічного або фізичного напруження виникає швидше у осіб із слабкою нервовою системою [1, 4].

У пубертатному періоді спостерігається дисбаланс нервових процесів, що характеризується загальним підвищенням збудливості ЦНС і послабленням процесів гальмування [8].

Мета роботи – дослідження функціонального стану центральної нервової системи у підлітків з різним рівнем рухової активності.

Методика

При дослідженні функціонального стану нервової систем було обстежено 200 практично здорових підлітків. З них 50 учнів (25 дівчат і 25 хлопців) віком 13-14 років та 50 учнів (25 дівчат і 25 хлопців) віком 15-16 років, які навчались у ЗОШ №9 м. Білої Церкви, де рухове навантаження складало два уроки на тиждень. Також обстежено 50 ліцеїстів (25 дівчат і 25 хлопців) віком 13-14 років та 50 ліцеїстів (25 дівчат і 25 хлопців) віком 15-16 років, які навчались у спортивному ліцеї-інтернаті м. Білої Церкви, з руховим навантаженням 8–9 тренувань в тиждень.

Оцінювання психофізіологічних процесів здійснювали при використанні апаратно-програмного комплексу «НС-Психо Тест» (фірма «Нейрософт», м. Іваново) розробленого Мантровою І.М. Основним завданням цієї системи є визначення характеристик психофізіологічних функцій: швидкості простої та складної сенсомоторної реакції, врівноваженості та сили нервових процесів, типу нервової системи, м'язової витривалості, індивідуальних особливостей уваги, ступеня зорового стомлення та функціонального стану ЦНС. Дослідження осіб відбувалось у стані відносного спокою із попереднім інструктажем умов проведення діагностики.

Особливість нервових процесів у підлітків визначали при діагностиці зорово-моторної реакції. Сенсомоторна реакція зачіпає чутливі та рухові шляхи периферичної нервової системи та ділянки ЦНС, відображає стан нервової системи [9].

За методикою «Простої зорово-моторної реакції» визначались показники швидкості даної реакції. Обстежуваному послідовно пред'являлись світлові сигнали червоного кольору. При появі сигналу обстежуваний повинен якомога швидше натиснути на відповідну кнопку пульта управління. Світловий сигнал подається у досить випадкові моменти часу, щоб не вироблявся рефлекс на час.

Функціональний стан ЦНС визначався за критеріями Т. Д. Лоскутової, згідно з якими рекомендоване число пред'явлень подразників під час діагностики для підлітків – 30 подразників.

Методика «Реакція вибору» призначена для оцінки стану нервових процесів. Обстежуваному послідовно пред'являються світлові сигнали двох різних кольорів. Інтервал між сигналами варіює від 0,5 до 2,5 секунд, послідовність сигналів різного кольору випадкова. У відповідь на пред'явлення сигналу основного кольору (червоний) обстежуваний повинен якомога швидше натиснути ліву кнопку на зорово-моторному аналізаторі, у відповідь на пред'явлення сигналу другого кольору (зелений) – праву кнопку.

Методика «Реакція на об'єкт, що рухається» призначена для вимірювання врівноваженості нервових процесів збудження та гальмування. На екрані монітора зображене коло, на якому в різних точках знаходяться дві позначки, що змінюють положення від появи до появи рухомого об'єкту. Від першої позначки за годинниковою стрілкою з певною швидкістю відбувається заливка кола. Обстежуваному необхідно

натиснути на кнопку в той момент, коли заливка досягне другої позначки. Значення має не стільки швидкість реагування, скільки своєчасність відповіді на сигнал.

Методика «Критична частота світлових миготінь» є суб'єктивним психофізіологічним методом, що являє собою послідовне пред'явлення обстежуваному дискретних світлових стимулів зростаючої або спадної частоти. Респонденту необхідно натиснути кнопку на зорово-моторному аналізаторі в той момент, коли частота світлових миготінь змінюється. Необхідно відзначити, що гострота зору не впливає на результати обстежень.

Експрес-методика «теппінг-тест» розроблена Е.П. Ільїним в 1972 році для діагностики сили нервових процесів шляхом вимірювання динаміки темпу рухів кисті. Обстеження проводяться за допомогою двох спеціальних приладів: «олівця» і гумової «платформи». Респонденту необхідно було взяти в руку «олівець» і протягом заданого часу (30 секунд) стукати ним по «платформі» з максимально можливою частотою навіть в тому випадку, якщо обстежуваний відчує стомлення.

Методика «Червоно-чорні таблиці Шульте-Платонова» призначена для вивчення обсягу, переключення та розподілу уваги. Обстежуваному пред'являлась таблиця, на якій зображені кілька рядів безладно розташованих червоних і чорних цифр від 1 до 25. Завдання в максимально можливому темпі знайти числа у послідовному порядку збільшення. Розподіл і переключення уваги пов'язані з рухливістю, концентрація, стійкість, силою і врівноваженістю нервових процесів.

Дослідження «Оцінки м'язової витривалості» проводилась за допомогою ручного динамометра для вимірювання сили і витривалості м'язів. Для діагностики обстежуваному спочатку визначали м'язову силу, а потім він протягом 15 секунд утримував зусилля, що становить 75% від показника м'язової сили.

Обробку отриманих даних проводили на персональному комп'ютері за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel та STATISTIKA 6 з використанням загальних методів варіаційної статистики. Рівень достовірності відмінностей досліджуваних показників визначали за допомогою непараметричного методу Вілкоксона. Результати вважались статистично значимими при $p < 0,05$.

Обрані методи діагностики психофізіологічного стану безпечні та цілком автоматичні, і мають належні умови для проведення досліджень із підлітками різного віку. У дослідженні приймали участь підлітки за власним бажанням, від батьків та керівництва учбових закладів, була отримана письмова інформаційна згода, згідно умов біоетичних комісій.

Результати та їх обговорення

За результатами порівняльного аналізу психофізіологічних показників організму виявлено відмінності за сенсомоторними реакціями між групами дівчат 13-14 років (табл.1). Статистично значимих відмінностей при порівнянні середніх значень показників простої та складної зорово-моторної реакції не виявлено. За результатами середніх значень швидкості простої та складної реакції ліцеїстки переважають своїх одноліток школярок. Проте показники стійкості функціональної системи у школярок достовірно вищі, але знаходяться в межах середніх значень, як і в групі ліцеїсток. Середньому значенню відповідають показники функціонального рівня та рівня функціональних можливостей нервової системи обох груп.

Дослідження даних реакції вибору не виявило вірогідних відмінностей. Проте середнє значення часу складної сенсомоторної реакції спортсменок вказує на високу рухливість нервових процесів, а результат школярок відповідає середнім показникам зорово-моторної реакції. Коефіцієнт точності реакції обраного контингенту відповідає середньому значенню. Психофізіологічний вплив внаслідок кольору подразника, що

характеризується довжиною хвилі не виявив вірогідних відмінностей у кількості помилок на колір що провокує реакцію гальмування (зелений) та на колір з високим значенням довжини хвилі (червоний), що провокує реакцію збудження [5].

Таблиця 1

Показники стану ЦНС у дівчат 13-16 років з різним рівнем рухової активності (медіана, верхній та нижній кuartиль)

Показники		Школярки 13-14 років	Ліцеїстки 13-14 років	Школярки 15-16 років	Ліцеїстки 15-16 років
Проста зорово-моторна реакція	Середнє значення часу реакції (мс)	228 (204;236)	217 (203;225)	214 (207;225)	207 (197;230)
	Функціональний рівень системи	4,8 (4,6; 5,2)	4,5 (4,2; 4,7)	4,3 (4,2;4,6)	4,7** (4,5; 4,9)
	Стійкість системи	2,2 (1,8;2,5)	1,7* (1,4; 2,0)	1,6 (1,2;1,8)	1,9** (1,6;2,3)
	Рівень функціональних можливостей	3,7 (3,3; 4,0)	3,3 (2,9; 3,7)	3,1 (2,7;3,5)	3,6** (3,2; 3,9)
Реакція вибору	Середнє значення часу реакції (мс)	368 (324; 419)	330 (312; 356)	324 (307;348)	323 (298; 365)
	Коефіцієнт точності (Уіпла)	0,14 (0,12; 0,19)	0,19 (0,12; 0,21)	0,17 (0,09;0,21)	0,17 (0,14; 0,27)
	Кількість помилок на головний колір (червоний)	2 (1;3)	3 (1; 4)	2 (1; 3)	3 (2; 4)
	Кількість помилок на другорядний колір (зелений)	2 (2;3)	2 (1;3)	2 (1; 3)	3 (2; 4)
Реакція на об'єкт, що рухається	Середнє значення часу реакції (мс)	- 2,22 (-6,06; 0,88)	0,0 (-6,67; 3,89)	0,0 (-2,38; 3,92)	0,0 (-6,25; 5,09)
	Число випереджень	11 (9; 14)	10 (7; 15)	9 (8; 13)	10 (8; 14)
	Число запізнь	5 (4; 7)	5 (4; 7)	4 (4; 6)	4 (2; 6)
Критична частота світлових мерехтінь	Частота злиття мерехтінь (Гц)	41 (40; 42)	42 (41; 44)	42 (40; 44)	42 (41; 44)
Тепінг-тест	Число натискань	122 (94;163)	168* (156;185)	151 (105;170)	159 (142;188)
Таблиці Шульте-Платонова	Час проходження (с)	46 (37; 51)	41 (36; 48)	37 (32; 43)	38 (34; 40)
М'язова витривалість	Показник м'язової витривалості (%)	12 (8;17)	12 (9;19)	7 (5;13)	16** (14;22)

Примітка: * - $p < 0,05$, достовірність відмінностей значень між групами школярок та ліцеїстком 13-14 років; ** - $p < 0,05$, достовірність відмінностей значень між групами школярок та ліцеїстком 15-16 років

При порівнянні середніх значень показників реакції на об'єкт, що рухається у дівчат 13-14 років достовірно значимих відмінностей не виявлено. Обробка результатів вказує на переважання сили збудження нервових процесів.

Оцінка результатів критичної частоти світлових миготінь відповідають середнім значенням рухливості нервових процесів у корковому відділі зорового аналізатору, що характеризує середній ступінь зорового стомлення та функціонального стану ЦНС.

Аналіз показників в дослідженнях «Тепінг-тесту» виявив достовірні відмінності, які вказують на більшу працездатність дівчат ліцеїсток.

За результатами когнітивного тесту «Червоно-чорні таблиці» (у модифікації Шульте-Платонова) не виявлено вірогідних відмінностей, що відображає середній рівень обсягу та розподілу уваги досліджуваних. Проте, результати ліцеїсток вказують на кращий рівень розвитку властивостей уваги.

Дослідження результатів м'язової витривалості не виявило достовірних відмінностей і засвідчує низький рівень цього показника.

Згідно аналізу табл. 1 встановлено, що показники латентного періоду простої рухової реакції школярів та ліцеїсток 15-16 років вказують на середній рівень сенсомоторної реакції. Було виявлено достовірні відмінності за показниками функціонального рівня системи, стійкості системи, рівнем функціональних можливостей. Функціональний рівень системи спортсменок знаходиться на високому рівні, що засвідчує повільний розвиток втомних нервових процесів, показники школярів відповідають середньому рівню. Середньо статистичні дані стійкості системи та рівня функціональних можливостей відповідають середнім значенням.

Під час дослідження швидкості реакції вибору не було встановлено достовірної різниці. Показники складної реакції виявили високі значення школярів та юних спортсменок, це свідчить про високу рухливість нервових процесів на різнокольорові стимули: на колір, що провокує реакцію гальмування (зелений) та на колір з високим значенням довжини хвилі (червоний), що провокує реакцію.

Статистично значимих різниць між показниками реакції на об'єкт, що рухається у дівчат 15-16 років не визначено. Відмічено переважання реакцій на випередження в порівнянні з реакціями на запізнення, що доводить домінування сили збудження над силою гальмування нервових процесів у підлітковому віці [2].

Результати критичної частоти світлових мигань відповідають середнім значенням і вказують на середній рівень лабільності нервових процесів.

Одним з показників властивостей швидкості та рухливості у діяльності нервових центрів і силі нервових процесів є максимальна частота рухів при проходженні «Тепінг-тесту» [1]. У досліджуваних достовірних відмінностей не виявлено.

На момент дослідження обсягу та розподілу уваги за допомогою таблиць Шульте-Платонова, час опрацювання відповідають середньому значенню.

Достовірність розбіжностей була вірогідною за результатами м'язової витривалості. Показники у ліцеїстках відрізняються від школярів, що свідчить про кращу тренуваність м'язів верхньої кінцівки.

Аналіз табл. 2 показників середніх значень часу простої зорово-моторної реакції та часу реакції вибору не виявив достовірних розбіжностей у хлопців 13-14 років. Отримані результати функціонального стану ЦНС, яке відображає функціональний рівень системи відповідають високому значенню. Показники стійкості системи та рівня функціональних можливостей знаходяться в межах середніх значень. Одержані дані засвідчують про повільний розвиток втомних.

Значення рухливості нервових процесів під час складної реакції вибору знаходяться на високому рівні. Показники коефіцієнту точності реакції у школярів відповідають середнім значенням. За результатами у ліцеїстів виявлено низький рівень точності реакції. Можна діагностувати зниження точності реакції у відповідь на пред'явлення сигналу провокуючого реакцію збудження, що засвідчує низьке значення верхнього порогу чутливості до інтенсивності подразника [3, 4].

Таблиця 2

Показники стану ЦНС у хлопців 13-16 років з різним рівнем рухової активності (медіана, верхній та нижній кватиль)

Показники		Школярі 13-14 років	Ліцеїсти 13-14 років	Школярі 15-16 років	Ліцеїсти 15-16 років
Проста зорово-моторна реакція	Середнє значення часу реакції (мс)	218 (209;235)	214 (189;220)	215 (204;229)	197 (183;217)
	Функціональний рівень системи	4,7 (4,2; 5,1)	4,8 (4,3;5,0)	4,5 (4,2; 4,9)	4,6 (4,0; 4,9)
	Стійкість системи	1,84 (1,3;2,2)	2,0 (1,4; 2,5)	1,7 (1,3;2,2)	1,8 (1,1;2,1)
	Рівень функціональних можливостей	3,5 (2,9; 4,0)	3,8 (3,1;4,1)	3,3 (2,8; 3,8)	3,6 (2,6; 3,8)
Реакція вибору	Середнє значення часу реакції (мс)	336 (319;357)	325 (291; 351)	307 (287; 349)	324 (298; 385)
	Коефіцієнт точності (Уіпла)	0,16 (0,09; 0,19)	0,23* (0,17; 0,30)	0,14 (0,09; 0,19)	0,17 (0,12; 0,21)
	Кількість помилок на головний колір (червоний)	2 (1;3)	3* (2;6)	2 (2; 3)	3 (2; 4)
	Кількість помилок на другорядний колір (зелений)	3 (2;3)	4 (2;5)	2 (1; 3)	2 (1;2)
Реакція на об'єкт, що рухається	Середнє значення часу реакції (мс)	0,01 (-5,80;5,29)	-4,76* (-11,11;1,23)	-1,85 (-6,84;1,67)	-2,94 (-5,05;1,23)
	Число випереджень	9 (4; 12)	11 (8; 16)	10 (7; 12)	7 (5; 13)
	Число запізнь	4 (3;5)	4 (2;5)	4 (4; 6)	2 (1;5)
Критична частота світлових мерехтінь	Частота злиття мерехтінь (Гц)	45 (41; 46)	41 (39; 43)	43 (41; 45)	42 (41; 43)
Тепінг-тест	Число натискань	152 (127;177)	184* (166;190)	172 (144;185)	173 (142;188)
Таблиці Шульце-Платонова	Час проходження (с)	47 (36; 56)	47 (42;58)	45 (39; 49)	48 (37;55)
М'язова витривалість	Показник м'язової витривалості (%)	13 (7;19)	11 (9;19)	10 (7;18)	22** (17;32)

Примітка: * - $p < 0,05$, достовірність відмінностей значень між групами школярів та ліцеїстів 13-14 років; ** - $p < 0,05$, достовірність відмінностей значень між групами школярів та ліцеїстів 15-16 років

Реакція на об'єкт, що рухається представляє собою різновид складної сенсомоторної реакції, тобто такої реакції, яка крім сенсорного та моторного періодів включає період відносно складної обробки сенсорного сигналу центральною нервовою системою [5]. Отримані результати характеризують домінування сили збудження нервових процесів у досліджуваних.

За результатами дослідження критичної частоти світлових мигань виявлено середню швидкість появи та зникання нервових процесів збудження і гальмування.

Згідно показників «Тепінг-тесту» виявлено вірогідні відмінності. Лабільність і сила нервових процесів у ліцеїстів знаходиться на вищому рівні.

Дослідження результатів обсягу та розподілу уваги за допомогою таблиць Шульте-Платонова визначили середній час проходження тесту.

Показники м'язової витривалості обраних груп хлопців знаходяться на однаковому низькому рівні.

Згідно абсолютних даних досліджуваних значень табл. 2 встановлено, що час простої зорово-моторної реакції був вищим у хлопців ліцеїстів 15-16 років, що свідчить про кращі можливості моторної ланки сенсомоторного реагування. Середньому значенню відповідають показники функціонального рівня, стійкості системи та рівня функціональних можливостей нервової системи.

Середнє значення часу складної сенсомоторної реакції вибору відображає загальну рухливість нервових процесів і знаходиться на високому рівні швидкості реагування на подразник.

Визначення функціонального стану нервової системи за допомогою тесту реакції на об'єкт, що рухається дозволяє оцінити варіабельність відповідних реакцій, що відображають ступінь переважання гальмування або збудження нервових процесів. Встановлено перевагу реакцій збудження.

Показники критичної частоти світлових мигань не виявили вірогідних відмінностей і відповідають середньому рівню зорового стомлення.

Аналіз результатів «Тепінг-тесту» та ефективності опрацювання таблиць Шульте-Платонова не виявив вірогідних відмінностей досліджуваних груп.

Достовірність розбіжностей була вірогідною за показниками м'язової витривалості на користь спортсменів, що свідчить про кращий рівень тренуваності м'язів та функціонального стану нервової системи.

Висновки

1. Комплексне тестування сенсомоторної реакції дало змогу визначити психофізіологічний стан підлітків з різним рівнем рухової активності. За результатами простої зорово-моторної реакції майже у всіх групах виявлена середня швидкість, а за показниками складної реакції високі значення.

2. Функціональний рівень нервової системи у підлітків відповідає віковим нормам, стійкість реакції та рівень функціональних можливостей – середні.

3. Результати оцінки сенсомоторної регуляції досліджуваної вибірки вказують на невірноваженість нервових процесів з домінуванням сили процесів збудження.

4. Визначення сили та типу нервових процесів у школярів та ліцеїстів обох статей віком 13-14 виявило вірогідно вищі показники ліцеїстів. Це свідчить про кращу працездатність нервової системи.

5. У групах юних спортсменів віком 15-16 років обох статей виявлені достовірні розбіжності показників м'язової витривалості в порівнянні з однолітками школярами.

Література

1. Безкопильний О.О. Особливості нервово-м'язової витривалості (за показниками «тепінг-тесту») у спортсменів з різними здатностями нейро-динамічних функцій / О.О. Безкопильний // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту.– 2004.– № 3.–С.116– 119.
2. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребёнка), Академия, 2008. – С. 382– 395.
3. Белоусова Н.А., Особенности психомоторных функций подростков с нарушением осанки/ Д.З. Шибкова// Альманах «Новые исследования» - М.:институт возрастной физиологии, 2013. № 2(35) – С.39-44.

5. Мантрова, И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. –Иваново : ООО «Нейрософт», 2008. – С. 20 – 42.
6. Медведева О.А., Тарасенко А.А., Алексанянц Г.Д. // Современные проблемы адаптивной физической культуры, адаптивного спорта и физической реабилитации; труды Всероссийской конференции с Международным участием (Краснодар, 10-11.12.2009 г.). - Краснодар, 2009. – С. 182–185.
7. Смирнов В.Н., Яковлев В.Н. Физиология центральной нервной системы.– М., 2004. –С. 289.
8. Спортивная физиология, Москва «Физкультура и спорт», 1986. – С. 196 –197.
9. Тарасюк В.С., Ріст і розвиток людини, Київ.2002. – С. 33 – 34.
10. Хаджинова, Е.П. Эмоциональное состояние, особенности внимания и антистрессорные реакции у первоклассников с разными типами профиля латеральной организации мозга / Е.П. Хаджинова, Л.К. Бусловская // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки. - Изд-во: НИУ БелГУ – 2012. – №15(134). – С. 103-109.
11. Філіппов М.М. Психофізіологія людини, Київ,2003. - С.101–102.

Аннотация. *Таровик Н.А., Коробейников Г.В. Функциональное состояние центральной нервной системы у подростков с различным уровнем двигательной активности. Подростковый возраст характеризуется особенностью функционированием всех систем организма. У подростков преобладают процессы возбуждения, значительно ухудшается дифференцированное торможение, условно - рефлекторные реакции становятся менее адекватные раздражению и имеют более бурный характер. Двигательная активность детей этого периода отличается большим количеством дополнительных движений. Также в результате полового созревания происходит активация гормональных функций половых желез.*

В ходе исследования была проведена комплексная оценка психофизиологических процессов организма подростков. Были получены показатели нервной системы: скорость простой и сложной сенсомоторной реакции, силы, лабильности, равновесия нервных процессов, показатели распределения и объема внимания и мышечной выносливости.

Ключевые слова: *психофизиологические процессы, центральная нервная система, сенсомоторные реакции, половое созревание*

Summary. *Tarovyk N.A., Korobeynikov G.V. Functional central nervous system of teenagers whis different levels of motor activity. Adolescence is characterized by the feature of the functioning of all body systems. Teenagers dominated the processes of excitation is much worse differential braking conditioned reflex reactions become less adequate stimulation and have a rough character. Motor activity of children of this period features a large number of additional movements. Also as a result of puberty, hormonal function is activated gonads.*

During the research was carried out a comprehensive assessment of physiological processes of the organism adolescents. Values were obtained of the nervous system: the speed of simple and complex sensorimotor reaction force lability, balance the nervous processes, performance and distribution of attention and muscular endurance.

Keywords: *physiological processes , central nervous system, sensory-motor reactions puberty.*

**Білоцерківський національний аграрний університет
Національний університет фізичного виховання і спорту України**

Одержано редакцією 24.04.2014
Прийнято до публікації 07.12.2014

УДК 582.675.1:574.3

О. В. Чуй, Н. В. Шумська

БИОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ГЕНЕРАТИВНИХ ОСОБИН *PULSATILLA PATENS* (L.) MILL. У ЦЕНОПОПУЛЯЦІЯХ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Проведено дослідження морфологічних параметрів особин *Pulsatilla patens* (L.) Mill. Вивчено особливості мінливості морфологічних ознак залежно від місця зростання виду. Встановлено середній і високий рівень мінливості ознак усередині кожної ценопопуляції та високий рівень міжпопуляційної мінливості. Для кореляційної структури характерна велика кількість достовірних зв'язків між ознаками. У міру погіршення еколого-фітоценотичних умов та посилення антропогенного впливу морфологічна інтегрованість особин знижується. Між досліджуваними ценопопуляціями не можна провести чіткої межі за морфологічною структурою особин.

Ключові слова: *Pulsatilla patens*, варіабельність ознак, морфологічні параметри, кореляційна структура

Постановка проблеми. Важливою особливістю ценопопуляцій є їхня здатність змінюватися під впливом різноманітних умов довкілля. Тому, при дослідженні популяцій рослин, одне з найважливіших місць належить вивченню внутрішньопопуляційної та міжпопуляційної мінливості морфологічних ознак особин. Такі дані дають можливість з'ясувати механізми, що забезпечують життєздатність популяцій, а також особливості їхніх адаптацій до мінливих умов природного й антропогенно зміненого середовища.

Дослідження різних типів мінливості морфологічних параметрів має також важливе таксономічне значення і допомагає визначити таксономічну значущість різних видових ознак.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні відомі дані окремих популяційних досліджень видів роду сон (*Pulsatilla*). Так, було досліджено особливості хорології, вікової та віталітетної структури, сучасний стан охорони різних видів сону [1, 3, 6, 7, 9].

Сон великий (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.) поширений в Центральній Європі, в Україні – переважно на Поліссі та в Лісостепу [2, 8]. Вид занесений до Червоної книги України як неоцінений та до додатку I Конвенції про охорону дикої фауни і флори та природних середовищ існування (Бернська конвенція) [8, 11].

Ценопопуляційні дослідження *P. patens* на території Західного Поділля раніше не проводилися, відомості щодо значень морфологічних параметрів особин та їх мінливості практично відсутні. Починаючи з 2007 року нами розпочато популяційні дослідження видів роду *Pulsatilla* на названій території.

Мета статті. Вивчення внутрішньопопуляційної та міжпопуляційної мінливості генеративних особин *P. patens* та їх морфологічної інтегрованості на території Західного Поділля.

Матеріал та методика

Дослідження морфологічних параметрів *P. patens* проводили впродовж 2007-2013 років. Було вивчено 10 ценопопуляцій на території Західного Поділля, в межах Івано-Франківської (ценопопуляції I, II, IV, V, VI, VII, VIII, IX) та Тернопільської областей (III, X):

I – Ботанічна пам'ятка природи загальнодержавного значення «Чортова гора» поблизу с. Пуків Рогатинського району (в угрупованнях формації *Brachypodieta pinnati* на південно-західному схилу пагорба);

II – околиці с. Узінь Тисменицького району (в угрупованнях формації *Festuceta valesiacaе* на південно-східному схилу пагорба);

III – урочище «Товтра крайня» поблизу с. Городниця Підволочинського району (в угрупованнях формації *Poeta angustifoliae* в середній частині південно-східного схилу);

IV – урочище «Сімлин» в околицях с. Медуха Галицького району (в угрупованнях формації *Stipeta pennatae* у середній частині південно-західного схилу);

V – урочище «Підгори» с. Олеша Тлумацького району (в угрупованнях формації *Festuceta valesiacaе* на північно-східному схилі пагорба з гіпсовими осипами);

VI – комплексна пам'ятка природи місцевого значення «Великі Голди» на околицях с. Лучинці Рогатинського району (в угрупованнях формації *Brachypodieta pinnati* на південно-західному схилу пагорба);

VII – урочище «Лиса гора» с. Герасимів Тлумацького району (в угрупованнях формації *Festuceta valesiacaе*);

VIII – урочище «Над ставами» на околицях с. Кукільники Галицького району (в угрупованнях формації *Brachypodieta pinnati*, на південно-західному та південному схилу пагорба з гіпсовими осипами, територія Галицького національного природного парку (ГНПП));

IX – урочище «Касова гора» (в угрупованнях формації *Cariceta humilis* на південно-західних та південних схилах пагорбів, територія ГНПП);

X – урочище «Горожанка» на околицях с. Горожанка Монастириського району (в угрупованнях формації *Stipeta pennatae* на південно-західному схилі та на верхній частині схилу біля карстової лійки з виходами вапняку).

Мінливість особин виду вивчали шляхом математичного аналізу репрезентативної вибірки генеративних особин у фенофазі дозрівання плодів. Здійснювали заміри наступних ознак: 1 – кількість квітконосних пагонів (шт.), 2 – довжина квітконосу (см), 3 – кількість листків у розетці (шт.), 4 – довжина листка (см), 5 – довжина черешка листка (см), 6 – ширина листової пластинки (см), 7 – ширина стеблових листків (см), 8 – довжина плодика (см), 9 – потенційна насіннева продуктивність (шт.), 10 – фактична насіннева продуктивність (шт.).

У зв'язку з тим, що вид занесений до Червоної книги України, кількість морфометричних параметрів обмежувалася необхідністю прижиттєвого збереження особин. Тому дослідження морфометричних ознак генеративних особин проводили у польових умовах, не пошкоджуючи їх.

Значення морфометричних ознак опрацьовували загальноприйнятими статистичними методами [5, 10]. В якості міри мінливості ознак використовували коефіцієнт варіації (V , %). Для вивчення міжпопуляційної мінливості *P. patens* порівнювали середні арифметичні значення досліджуваних ознак і визначали достовірність різниці за допомогою t -критерію Стьюдента. Для оцінки зв'язків між параметрами здійснювали кореляційний аналіз. З метою встановлення морфологічної цілісності особин у різних ценопопуляціях визначали індекс інтегрованості особин за Ю. А. Злобіним [4].

Результати та їх обговорення

Встановлено, що морфометричні ознаки генеративних особин *P. patens* відрізняються за рівнем внутрішньопопуляційної мінливості. Найнижчі значення коефіцієнта варіації характерні для ширини стеблових листків ($V = 9,26 - 14,45$ %). Переважна більшість структурних ознак має середній рівень мінливості. Так, для ширини листової пластинки, довжини плодика, потенційної насінневої продуктивності коефіцієнти варіації коливаються в межах від 11,09 до 19,85 %. Варіабельність довжини листка та черешка, фактичної насінневої продуктивності у різних ценопопуляціях коливається від середнього до високого рівнів ($V = 11,98 - 30,47$ %). Коефіцієнт

варіації кількості листків у розетці має високий рівень розетці ($V = 26,14 - 49,01 \%$). У всіх досліджуваних ценопопуляціях *P. patens* найбільш мінливою ознакою є кількість квітконосних пагонів ($V = 66,60 - 80,86 \%$), оскільки вона змінюється від 1 до 20.

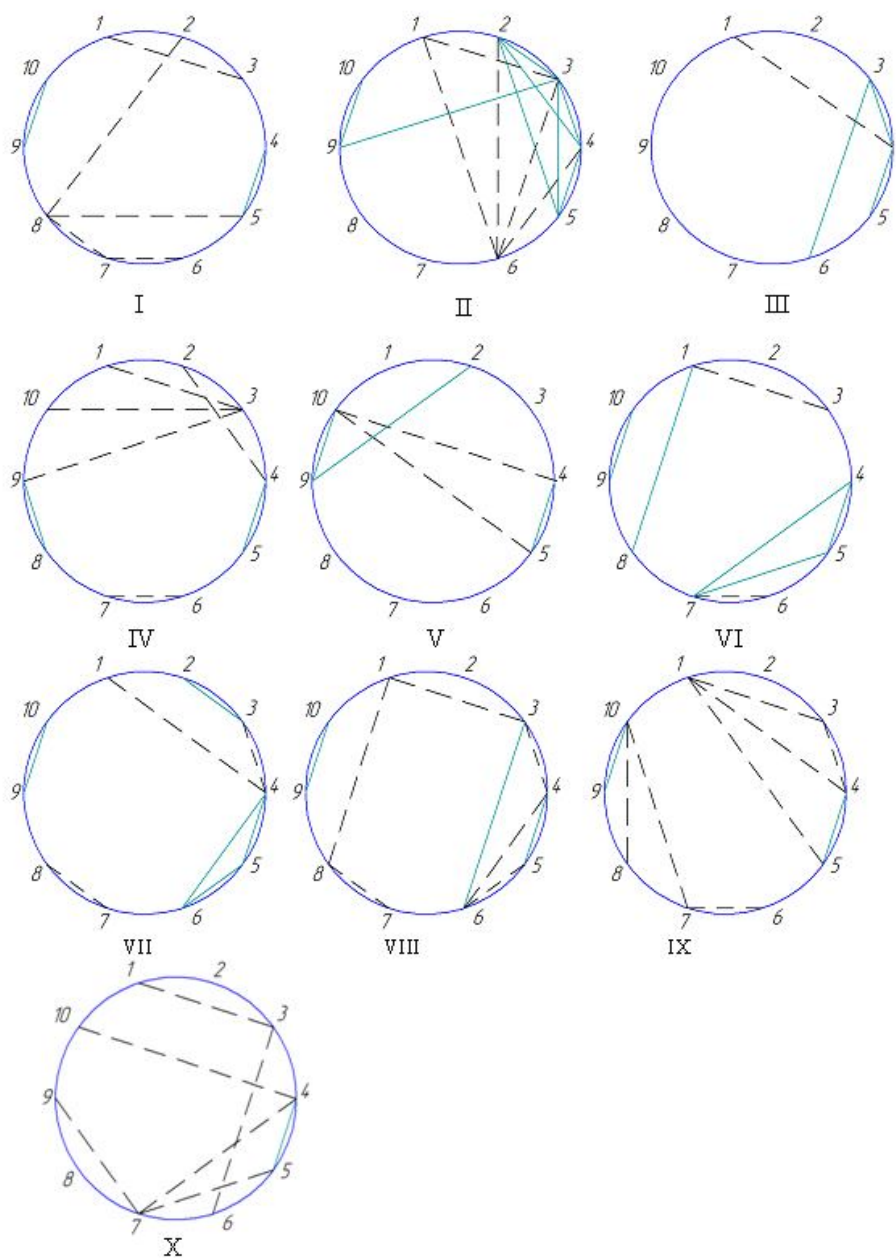


Рис. 1. Структура кореляційних зв'язків між морфометричними параметрами в ценопопуляціях *P. patens*. I-X – ценопопуляції; 1-10 – ознаки; рівні імовірності:

— — — — $P < 0,05$; ————— $P < 0,01$

Найвищий рівень варіабельності більшості морфометричних показників спостерігається у ценопопуляціях II, IV та X. Переважна кількість ознак з середнім рівнем мінливості характерна для ценопопуляцій III, V, VII, VIII, IX. Майже для всіх ознак мінімальне значення коефіцієнтів варіації спостерігаємо в ценопопуляціях I та VI.

Результати дослідження коефіцієнтів варіації показників репродуктивної сфери показали, що рівень мінливості фактичної і потенційної насінневої продуктивності значно відрізняється. Так, у всіх досліджуваних ценопопуляціях показники потенційна насіннева продуктивність (ПНП) є середньо варіабельними, тоді як показники варіабельності фактичної насінневої продуктивності (ФНП) коливаються в межах від 17,60 до 30,47 %. Найбільш стабільні ознаки насінневої продуктивності спостерігали в ценопопуляціях IX та VII ($V = 17,39 - 17,78 \%$).

Морфологічна структура рослин у значній мірі залежить від екологічних та ценотичних факторів навколишнього середовища. Аналіз дослідження міжпопуляційної мінливості параметрів *P. patens* показав, що за кількістю квітконосних пагонів достовірної різниці між ценопопуляціями немає. Також незначна різниця (на рівні достовірності 95%) спостерігається за шириною стеблових листків між ценопопуляціями I, II, VII та IX.

За іншими ознаками між деякими ценопопуляціями спостерігається суттєва різниця. Так, за шириною листової пластинки, ценопопуляція III відрізняється від усіх інших (на рівні достовірності 99 %) – даний показник тут має максимальні значення. Найбільш суттєві відмінності виявили між ценопопуляціями II і III (майже за всіма ознаками) та між ценопопуляціями III та VII.

Для вивчення внутрішніх взаємозв'язків між рослинами нами було проведено кореляційний аналіз параметрів особин. У кожній кореляційній матриці відмічено від 5 до 13 статистично достовірних прямо пропорційних кореляційних зв'язків на рівні імовірності 95 % та більше (рис. 1). У всіх ценопопуляціях виявлена взаємозалежність між довжиною листка та черешка; у семи ценопопуляціях - між висотою генеративного пагона та кількістю листків у розетці, а також між показниками ПНП та ФНП; у чотирьох ценопопуляціях – між шириною стеблових листків та довжиною плодика.

Найбільш скорельованими з іншими ознаками є висота генеративного пагона та довжина листка (по 2-4 достовірних кореляційних зв'язків).

Порівняння кореляційних матриць особин у різних еколого-ценотичних умовах має важливе значення, оскільки при зменшенні життєздатності особин спостерігається розкорельованість ознак. Найбільше значення індексу морфологічної інтегрованості особин ($Im = 28,88 \%$ та 20%) притаманне для ценопопуляцій II та VIII, IX відповідно; найнижче ($Im = 11,11 \%$) для ценопопуляції V.

Висновки

Таким чином, більшість морфологічних параметрів особин *P. patens* є або середньоваріабельними, або ж варіюють в значних межах. Окрім того, в різних еколого-ценотичних умовах зростання виду змінюються межі варіабельності.

Максимальні значення морфометричних параметрів спостерігаються в ценопопуляціях, які зростають в угрупованнях формації *Brachypodieta pinnati* на опідзолених ґрунтах, потужністю 50-60 см, в умовах заповідання, відсутності або мінімального рекреаційного навантаження.

Ценопопуляції *P. patens* в результаті адаптації до різноманітних еколого-ценотичних умов, відрізняються між собою за кількома морфологічними показниками особин, їхньою варіабельністю, а також морфологічною інтегрованістю. Проте, між досліджуваними ценопопуляціями не можна провести чіткої межі за морфологічною структурою особин.

Література

1. Бакалина Л.Б. Онтогенез і популяційна структура сонів широколистоного і чорніючого в екосистемах Канівського природного заповідника / Л.Б. Бакалина // Заповідна справа в Україні. – 1997. – 3 (2). – С. 16-22.
2. Вісюліна О. Д. Рід Сон – *Pulsatilla Adans.* // Флора УРСР: у 12 т. Т.5. – Київ, 1953.
3. Горбняк Л. Т. Поширення *Pulsatilla grandis* Wend. (Ranunculaceae) в Україні // Укр. ботан. журн. – 2012. – 69 (3). – С. 371 – 379.
4. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений / Ю. А. Злобин. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. – 146 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М. : Высш. шк. 1990. – 325 с.
6. Любінська Л. Г. Біологічні особливості *Pulsatilla grandis* Wend. в умовах Кам'янецького Придністров'я (УРСР) / Л. Г. Любінська // Укр. ботан. журн. – 1988. – 45, №4. – С. 68-70.
7. Симачов В. И. Жизненный цикл и возрастная структура ценопопуляций *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill. в Ленинградской области / Ботан. журн. – 1978. – Т. 63. – С. 1016-1025.
8. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
9. Шиндер О. Види роду *Pulsatilla* Hill. (Ranunculaceae) на території Мурафських товтр / Інтродукція та збереження рослинного різноманіття.– 2009. – 25 – 27. – С. 13 – 15.
10. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике / В. М. Шмидт. – Ленингр.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
11. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Bern, 19.IX.1979.

Анотация. Чуй О. В., Шумская Н. В. Биометрические параметры генеративных особей *Pulsatilla patens* (L.) Mill. в ценопопуляциях Западного Подолья. Исследованы морфологические параметры особей *Pulsatilla patens* (L.) Mill. Изучены особенности изменчивости морфологических признаков в зависимости от условий произрастания вида. Установлены средний и высокий уровни изменчивости признаков внутри каждой ценопопуляции а также высокий уровень межпопуляционной изменчивости. Для корреляционной структуры характерно большое количество достоверных связей между признаками. При ухудшении эколого-фитоценологических условий произрастания и усиленном антропогенном влиянии понижается морфологическая интеграция особей. Между исследуемыми ценопопуляциями нельзя провести резкую границу по морфологической структуре особей.

Ключевые слова: *Pulsatilla patens*, изменчивость признаков, морфологические параметры, корреляционная структура.

Annotation. Chuj O.V., Shumskaja N.V. Biometric parameters of generative species *Pulsatilla patens* (L.) Mill. in cenopopulations of Western Podillia. Morphological parameters of species *Pulsatilla patens* (L.) Mill. are investigated. The peculiarities of variability of morphological characteristics in dependence to habitat are studied. The average and maximum levels of variability of characteristics within every cenopopulation and high level of interpopulation variability are determined. The correlation structure is characterized by many actual relations between characteristics. The worsening of ecologo-phytocenotic conditions and strengthening of the anthropogenic impact cause the decrease of morphological integratedness of species. There is no clear distinction between the morphological structures of species cenopopulations under investigation.

Key words: *Pulsatilla patens*, characteristics variability, morphological parameters, correlation structure.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Одержано редакцією 12.11.2014
Прийнято до публікації 07.12.2014

UDC: 598.279.24:591.543.4 (477)

M. Prommer¹, Yu. Milobog²,
M. Gavrilyuk³, V. Vetrov⁴

JUVENILE DISPERSAL OF SAKER FALCONS IN UKRAINE ACCORDING SATELLITE TELEMETRY

Saker Falcon (Falco cherrug) is a partial migrant species. The data of its migration on the territory of Ukraine have been limited so far. In 2011 in the south of Ukraine 8 juvenile Saker Falcons were fitted with satellite transmitters. For this 22g solar ARGOS/GPS PTTs-100 transmitters were used. Two males stopped sending signals within a few days after tagging. After leaving their eyries young birds left nesting territory in 30-64 days (on average - 44). Juvenile dispersal of different birds began in a period between July, 8 to August, 5 (on average – July, 23). During the first dispersal the birds flew east and northeast from the natal eyrie. These movements were up to several hundred kilometers and lasted from 2 to 10 days, after which the birds returned to the place of temporary settlement located in the Crimea. In one case their placing coincided with the nesting territory, in the other four cases they situated in 20-290 km. In August a juvenile male roamed from the Crimea to Cyprus. Of the three birds that lived up to winter all three spent the winter at the previously selected areas not showing migratory behaviour. In June a one-year-old juvenile male headed northeast to the western Kazakhstan, about 400 km north of the Caspian Sea, and in two months returned to the Crimea.

Key words: Saker Falcon, migration, satellite tracking, Ukraine

Problem-setting, analysis of recent publications. The Saker Falcon (*Falco cherrug*) is included in the IUCN Red List (category EN – globally endangered species). It is protected under the terms of the Bonn Convention, Bern Convention, CITES, and listed in all editions of the Red Data Book of Ukraine (1980, 1994, 2009).

To date, there are two different populations of Sakers in Europe, separated by the Carpathian Mountains: the Central European population (with the vast majority of pairs nesting in Hungary, Slovakia and Serbia, and with a few pairs in the Czech Republic, Austria, Croatia and western Romania) and the East European population (with the population centre in Ukraine, and with a few pairs in Moldova and eastern Romania). Both populations are estimated to hold a maximum of 400 pairs. The Sakers, nesting in Ukraine, form a nucleus of the Central European population. Assessment of their number differs: at least 250-300 pairs [3], 280-325 pairs [4], 350-400 pairs [2].

The Saker Falcon is a partial migrant: some birds are sedentary and others migrate seasonally. Until recently, the ringing had been a main method to study the species migration and resulted in a general understanding of movements of the Central European birds [6]. Up to date, there was only one recovery from Ukraine and thus ringing did not provide sufficient information about the species migration. In conservation projects between 2007 and 2010, 53 Saker Falcons were tagged with satellite transmitters (Reference: <http://sakerlife2.mme.hu/sites/default/files/Aquila-119-110-Prommer.pdf>). As a result, the unique data were received on the movements of Sakers from the Central European population [5, 7, 8].

Material and Methods

In 2011, we tagged 8 juvenile Sakers in Ukraine (5 males and 3 females): 3 males and 3 females in the Crimea and 2 males in Kherson Region. Solar powered, satellite-received transmitters (PTT) were used manufactured by Microwave Telemetry Inc. This type of transmitters enable researchers to located the birds with an accuracy of a few meters using Argos satellite system (www.argos-system.org) for communicating data.

Juveniles were taken from the nests just before they were ready to fledge. The birds were treated as carefully as possible that prevented any harm from the tagging procedure.

All of the units mounted on the birds with a harness were manufactured of tubular Teflon ribbon. Harnesses were tailor-made to adjust the individual. Finishing was made by using dental floss and super glue [7]. All birds were tagged in their eyrie. Tagged juveniles were returned to the nest immediately.

Results

Two males in Kherson Region stopped sending signals within a few days after tagging for some unknown reason. One of them had left the eyrie by that moment. All the remaining 6 birds continued transmitting in the subsequent months. For further analysis the data from these 6 individuals were used.

Juveniles fledged in the first –second decade of June (02, 05, 07, 08, 09, 11 and 16 June correspondingly), 10 June on average.

As data show, juveniles remain in the natal eyries for about one and a half months after fledging. This is the time they need to collect basic knowledge for their survival. Some birds, however, leave the parental eyries sooner – about one month after fledging.

The six tagged juvenile Sakers stayed in their natal eyries 30 to 64 days (30, 32, 43, 46, 49, 64 days respectively), 44 days on average. Therefore, the age of Crimean Sakers starting the post-fledging dispersal is similar to that of the Central European juveniles [8].

The birds start the post-fledging dispersal between 8 July and 5 August (08.07, 19.07, 22.07, 22.07, 31.07 and 5.08 respectively), 23 July on average. The first dispersal of all birds was to the east/northeast from the natal eyrie. These first dispersal movements covered several hundreds kilometres and took 2 to 11 days (2, 4, 5, 5, 5 and 11 days respectively). After that the juveniles returned to their TSAs, staying there until the autumn migration or wintering period. Two of the birds flew around the Azov Sea but returned to the Crimea. The farthest dispersal place for the third bird was Rostov Region, for the fourth – Taman Peninsula, the fifth reached Kharkiv Region and the six – Zaporizhzhia Region. After that all of them returned to the Crimea. The length of these post-fledging movements amounted 497, 936, 1039, 1195, 1372 and 1973 km respectively, and 1169 ± 183 km on average. The maximal directed distances from the natal eyries were 217, 356, 407, 445, 474 and 510 km (401 ± 45 km on average).

One of the six Sakers returned to its parental area, and another bird perished near Syvash on the way to its natal eyrie. Other four birds stayed in the TSAs somewhat distant from their natal eyries – 20 km away (dispersal within the limits of Tarkhankut Peninsula, Crimea), 120 km (from the western Crimean natal eyrie the bird roamed to Kherson Region), 130 km (from the natal eyrie on Kerch Peninsula the bird roamed to the Syvash area), 290 km (from the natal eyrie on Kerch Peninsula to Tarkhankut Peninsula). Therefore all the six juvenile birds established TSAs in the Crimea during the dispersal time. Soon, one of them flew to Kherson region where stayed for long in a new TSA. Similar results were obtained for the Central European juveniles – usually one or several TSAs were used before the autumn migration [8].

According to the data, Crimean Sakers did not disperse to the west as far as to reach the range of the Central European population. The sample size, however, was too low and it was not possible to exclude the possibility that the Eastern European Sakers reached Central Europe.

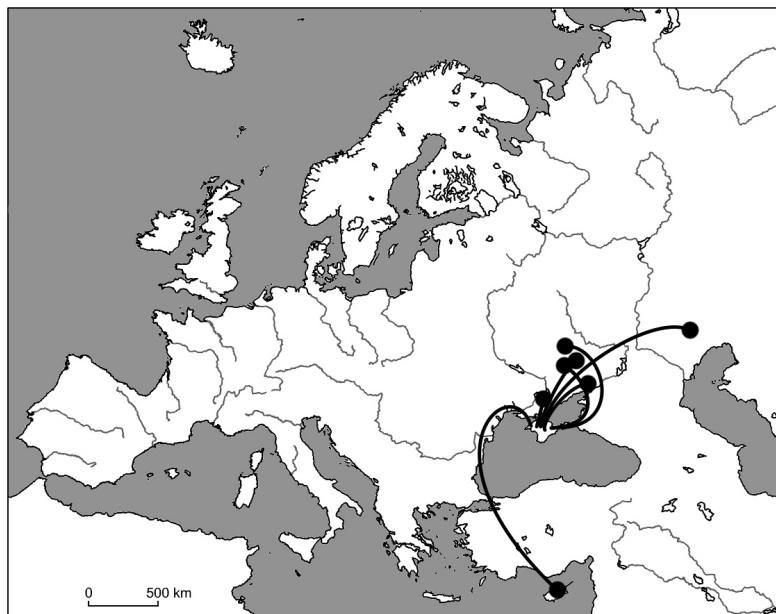


Figure. Main direction of long range post-fledgling dispersal and movements of Ukrainian satellite tracked juvenile Sakers of the second calendar year (black circles show the farthest place after dispersing from the natal eyrie).

In late summer (since 6 August), a juvenile male roamed to Cyprus from the Crimea and crossed Turkey. Having stayed on the island for only 4 days, he returned to the mainland Turkey and was electrocuted in September.

One male perished in a temporary staging area (TSA) on Tarkhankut Peninsula (Crimea) in late October.

Therefore, among 5 birds, which survived to the autumn migration period, only one male made a long range flight to Cyprus in the Mediterranean. The length of his 33-day migration equalled 2930 km, and the distance from the natal eyrie to the farthest place of his migration was 1240 km.

Only three birds survived to winter (two males and a female). Two of them wintered in the Crimea, the third one – in Kherson region, all of them in previously selected TSAs. These data on the Saker wintering areas were rather unexpected for us, as according to our observation the Saker Falcon was a rare wintering species of southern Ukraine [1]. In the Central European population about a half of the first calendar year birds spend winter in the Pannonian Basin, while others migrate [8].

One male survived to the spring season, other two birds perished from severe winter 2011/2012 (or transmitters has been broken). This juvenile male spent winter in the Crimea, and started to roam northeast in the beginning of June. In 7 days he reached the West Kazakhstan Region (Kazakhstan), about 400 km north of the Caspian Sea. The direct distance from his natal eyrie was 1260 km. There, on a rather limited area in a semi-desert, the bird staged for two months and returned to his former Crimean grounds in mid August. He perished (or transmitters has been broken) in the Crimea in late January 2012 being of the second calendar year.

Discussion

As the data suggest, the dispersal range of Crimean Sakers is less then that of the Central European birds, and the main direction of dispersal is similar to their western counterparts: east/northeast [5, 6, 8]. This decreases the likelihood that Crimean Sakers reach the western Saker population. Only a few percent of the 1 cy and 2 cy Sakers of the Central

European population visit Eastern Europe during their post-fledging dispersion or summer roaming of 2 cy birds. A vast majority of the Central European birds, that visited Eastern Europe, perished or returned to their natal eyries [6].

Although it must be noted that these data are based only on the movements of six birds and all of them were tagged in a well-defined geographical area (Crimea). Information on more Sakers tagged in a wider geographical area (e.g. throughout southern Ukraine) may give different results. The relations between the Crimean and the mainland Ukrainian populations are yet to be understood as well.

Summarized results of the research allow drawing a conclusion that juvenile Sakers demonstrate different behaviour in the post-fledging period. All juveniles have post-fledging dispersal and form temporary staging areas which predominantly do not coincide with their natal eyrie. In half of these cases the TSAs are also used as wintering sites. Some birds demonstrate a tendency towards long range flights up to 3000 km.

Our study has not confirmed the occurrence of cross-breeding and gene exchange between the Central European and the East European Saker populations. Although, by to-date we have known a case of the Saker hatched in Romania and then nested in the Crimea (reference: <http://sakerlife2.mme.hu/en/content/romanian-saker-breeds-crimea>). However, based on the results of ringing and satellite-tracking in Central Europe and this recent study in Ukraine, it was an extremely rare event, and there is not significant gene exchange between the two populations. The high level of individual's philopatry and the distance between the ranges of the two populations prevent the regular and significant gene exchange.

Earlier, the two separated populations formed a continuous population, spanning from the Morava valley across Hungary, northern Serbia, northern Bulgaria and southern and eastern Romania to southern Ukraine and the European part of Russia. While in such a continuous population, gradual – step-by-step – spreading of new genes was possible, now it is unlikely that new genes can regularly spread from one population to the other.

In conservation practice, these results also mean that a growing Central European Saker population, at least on its current level of abundance, will not actively contribute to the decreasing East European population. Instead of direct impact, therefore, the Central European population may have an effect on the East European population if it will be able to expand gradually and the Sakers re-conquer the former northern Bulgarian and southern Romanian habitats in the coming decades. Therefore, local conservation measures focusing on the existing core breeding areas and their edges, as well as conservation measures on the former and thus potential breeding grounds are the keys to bring back the species to its ancient range.

Conclusions

Basing on the received data we can conclude as follows:

1. Saker juveniles fledged in the first –second decade of June, 10 June on average;
2. juveniles stayed in their natal eyries 30 to 64 days, 44 days on average;
3. the post-fledging dispersal started between 8 July and 5 August, on average 23 July;
4. the first dispersal of all birds was to the east/northeast from the natal eyrie. These first dispersal movements covered several hundreds kilometres and took 2 to 11 days. After that the juveniles returned to their TSAs;
5. all the six juvenile birds established their first TSAs in the Crimea. Their location for each of the bird varied – from overlapping the natal eyrie to 290 km away;
6. only one male demonstrated long range dispersal in August-September and reached Cyprus;

all the three Sakers, survived to winter, stayed for the winter in previously selected areas thus demonstrating a settled way of life;– one male of the 1st cy made long range flight in June to the northern Kazakhstan but returned to its natal eyrie.

– the data obtained do not confirm the occurrence of gene exchange between the Central European and the East European Saker populations of Sakers.

Acknowledgements. We would like to thank our colleagues without whom we would have not been able to accomplish this research: Saker LIFE project manager J. Fidló or transmitters has been broken czky for his active participation in supplying transmitters for the tagging of birds; assistant professor V. Strigunov (Kryvyi Rih National University); Sz. Daróczi (Milvus Group, Romania) and H. Török (Bükk National Park Directorate, Hungary) for their contribution in field works.

References

1. Gavrilyuk M.N., Domashevsky S.V., Vetyrov V.V. Results of winter counts of birds of prey in the central part of the Crimean Peninsula in 2010 // *Birds and Environment: Collection of scientific papers* / Ed. by Rusev I.T., Stoylovsky V.P., Korzyukov A.I., Kivganov D.A. – Odessa: April, 2013. – P.52-58. In Russian: Гаврилюк М. Н., Домашевский С. В., Ветров В. В. Результаты учетов зимующих хищных птиц в центральной части Крымского полуострова в 2010 г. // *Птицы и окружающая среда: Сб. научных работ* / Под ред. Русева И.Т., Стойловского В.П., Корзюкова А.И., Кивганова Д.А. – Одесса: Апрель, 2013. – С. 52-58.
2. Milobog Yu.V., Vetrov V.V., Strigunov V.I., Belik V.P. The Saker (*Falco cherrug* Gray) in Ukraine and adjacent areas // *Branza: Transactions of the Azov-Black Sea Ornithological Station*. – 2010. – Issue 13. – P. 135-139. In Russian: Милобог Ю. В., Ветров В. В., Стригунов В. И., Белик В. П. Балобан (*Falco cherrug* Gray) в Украине и на сопредельных территориях // *Бранца: Сб. научн. тр. Азово-Черноморской орнитолог. станции*. – 2010. – Вып. 13. – С. 135–159.
3. Mylobog, Yu.V. Saker Falcon // *Red Data Book of Ukraine. Animal World* /Edited by I.A.Akimov. - Kyiv, Globalkonsalting, 2009. - P. 436. In Ukrainian: Милобог Ю. В. Балабан // *Червона книга України. Тваринний світ* / За ред. І. А. Акімова. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 436.
4. Milobog Yu.V. Falconiformes of the steppe zone of Ukraine: species composition, territorial distribution, abundance dynamics and protection: Theses for the degree of Candidate of Biological Sciences: 03.00.08/ Schmalhausen Institute of Zoology – Kyiv, 2012. – 24 p. In Ukrainian: Милобог Ю.В. Соколоподібні (Falconiformes) степової зони України: видовий склад, територіальний розподіл, динаміка чисельності та охорона: Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.08 / Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена. – К., 2012. – 24 с.
5. Gamauff A., Dosedel R. Satellite telemetry of Saker Falcons (*Falco cherrug*) in Austria: juvenile dispersal at the westernmost distribution limit of the species // *Aquila*. 2012.- Vol. 119. - P. 65–78
6. Prommer M., Milobog Yu., Gavrilyuk M., Vetrov V., Bagyura J. Relationship between the Central and East European Saker falcon populations based on results of ringing schemes and satellite-tracking // *Хищные птицы в динамической среде третьего тысячелетия: Тр. VI Междунар. конф. по соколообразным и совам Северной Евразии, г. Кривой Рог, 27–30 сентября 2012 г.* – Кривой Рог: Изд. ФЛ-П Чернявский Д.А., 2012. – С. 434–445.
7. Prommer M. et al., 2010: Satellite-tracking Sakers (*Falco cherrug*). – Evaluating Sakers' post-fledging dispersal, migration, roaming and habitat use from a conservation point of view. Closing conference of the project LIFE06 NAT/HU/000096 «Conservation of *Falco cherrug* in the Carpathin Basin». – Bükk National Park Directorate, Eger, Hungary. Link: http://sakerlife.mme.hu/uploads/File/Saker_Conference_Abstracts.pdf
8. Prommer M., Bagyura J., Chavko J., Uhrin M. Migratory movements of Central and Eastern European Saker Falcons (*Falco cherrug*) from juvenile dispersal to adulthood // *Aquila*. – 2012. - Vol. 119. - P. 111–134.

Анотація. Проммер М., Милобог Ю.В., Гаврилюк М.Н., Ветров В.В. Дисперсія молодих балабанів в Україні на основі результатів супутникового стеження. Балабан (*Falco cherrug*) є видом, для якого характерна часткова міграція. Відомості щодо його міграції на території України до теперішнього часу були обмеженими. У 2011 р. на півдні України було помічено супутниковими передатчиками 8 молодих балабанів. Використовували 22-ти граміві передатчики ARGOS/GPS PTTs-100 з сонячною батареєю. Від двох самців сигнали перестали надходити через декілька днів після мічення. Молоді птахи залишили гніздову територію через

30-64 днів (у середньому 44) після вильоту з гнізд, післягніздова дисперсія почалася у різних птахів з 08 липня до 05 серпня, в середньому 23 липня. Перший післягніздовий розліт усіх птахів відбувався на схід/північний схід від гнізда, ці переміщення були протяжністю по декілька сотень кілометрів та тривали від 2 до 10 днів, після чого птахи верталися в місця тимчасового мешкання, які були розміщені в Криму. Їх розташування в одному випадку співпадало з гніздовою територією, у чотирьох других було на відстані 20-290 км. Один самець здійснив протягом серпня – вересня дальні переміщення, досягнувши Кіпра. Із трьох птахів, що дожили до зими, всі залишилися зимувати на раніше обраних територіях, демонструючи осілість. Самець у віці близько одного року в червні здійснив переміщення в західний Казахстан, після чого повернувся в район гніздування.

Ключові слова: балабан, міграція, супутникова телеметрія, Україна

Аннотація. Проммер М., Милобог Ю.В., Гаврилюк М.Н., Ветров В.В. Дисперсія молодих балабанов в Україні на основі результатів супутникового слєження. – Балабан (*Falco cherrug*) являється видом, для котрого характерна частичная міграція. Данніе о его міграції на території України до настоящего времени были ограниченными. В 2011 г. на юге Украины было помечено спутниковыми передатчиками 8 молодых балабанов. Использовали 22-ти граммовые передатчики ARGOS/GPS PTTs-100 с солнечной батареей. От двух самцов сигналы перестали поступать через несколько дней после мечения. Другие Молодые птицы оставили гнездовую территорию через 30–64 дней (в среднем 44) после вылета из гнезд, послегнездовая дисперсия началась у разных птиц с 08 июля по 05 августа, в среднем 23 июля. Первый послегнездовой разлет всех птиц происходил на восток/северо-восток от родных гнезд; эти первые перемещения были протяженностью по несколько сотен километров и длились от 2 до 10 дней, после чего птицы возвращались в места временного обитания, которые были расположены в Крыму. Их размещение в одном случае совпадало с гнездовой территорией, в четырех других было на расстоянии 20–290 км. Один самец осуществил на протяжении августа – сентября дальние перемещения, достигнув Кипра. Из трех птиц, доживших до зимы, все остались зимовать на ранее избранных территориях, демонстрируя оседлость. Самец в возрасте одного года в июне осуществил дальнейшее перемещение в западный Казахстан, после чего вернулся в район гнездования.

Ключевые слова: балабан, міграція, спутникова телеметрія, Україна

¹Bükk National Park Directorate (Hungary)

²Kryvyi Rih National University

³Cherkasy National Bogdan Khmelnytsky University

⁴Ukrainian Birds of Prey Research Centre

Arrived 12.11.2014
Approved 07.12.2014

УДК 612.172.2

S.O. Kovalenko, V.A. Zavhorodnia

FEATURES OF HAEMODYNAMICS INDEX CHANGES DURING RESPIRATORY CYCLE IN MEN

The changes of R-R interval duration and stroke blood volume were measured during respiratory cycle at rest in prone position, at orthostatic test, with physical and mental loading among 157 healthy men aged 18-23. Significant inter-individual differences of shifts of stroke blood volume and R-R duration during respiratory cycle were found at rest and with loadings. The important aspect for assessing respiratory arrhythmia of R-R interval duration and stroke blood volume is the consideration of amplitudes of decreasing the level of these indexes on inhalation.

Key words: respiratory sinus arrhythmia

A factor stipulating cycle processes in haemodynamics is periodical respiratory movements and changes in central link of controlling these movements [2], afferent impulsation from the receptors of external respiration organs [1], inflow of venous blood to the heart [9], the level of blood filling of the lungs herewith [7]. The most well-known phenomenon of respiration influence on heart activity is the phenomenon of respiratory sinus arrhythmia which is regular acceleration of the heart rate on inhalation and deceleration – on exhalation. A number of surveys [2, 8, 10] considers the publications studying this phenomenon. RSA is found in newborns, children, adults, and different species of vertebrates [4].

At the same time, the features of changes in stroke blood volume (SV) during breathing cycle are studied less. Moreover, practically, there are no works determining the amplitude of phase shifts of respiratory arrhythmia (in the broad sense of this phenomenon), their time parameters. There is a lack of research of individual reactivity of respiratory waves of haemodynamics with different loadings.

The goal of the research is to find the change features of stroke blood volume and R-R interval duration (t-R-R) during respiratory cycle in men at rest, at orthostatic test, with dosed neuro-dynamics and physical loadings.

Methods

The measurements were conducted on 157 healthy young men aged 18-23. The investigation was carried out in compliance with the main provisions of the European Convention on Human Rights and Biomedicine (04.04.1997), Helsinki Declaration of the World Medical Association on ethical principles of scientific medical research involving human (1994-2008).

5-minutes registration of electrocardiogram and differentiated impedance rheogram from rheo-analyzer RA-5-01(Kyiv Research Institute of Radio Measuring Equipment) were made after 15-minute rest in prone position in the morning (from 8 till 11). The similar records were made at orthostatic test (7 minutes), with neurodynamics loading according to the test of M.V. Makarenko and physical exercise with capacity of 1 W per kg of body weight. Systolic blood volume was calculated by the signal of differential impedance rheogram; R-R interval duration - according to the signal of ECG for all implementations for 5-10 minutes [5]. Pneumogram signal was received from piezoelectric sensor placed in front of the nose nostrils of the examined person.

The level of sinus respiratory arrhythmia was determined by the method proposed by S.O. Kovalenko and V.O. Tsybenko [6] (Fig.1). The method is as follows: having recorded or being recorded time series consisting of successive R-R interval durations and spirocycles are analyzed.

Since the beginning of each inhalation before the next inhalation, the duration of cardio-intervals was interpolated starting with “0” point – the beginning of inhalation and after a certain period of time (0.1 sec. in our research). Interpolation was performed analytically. Such a transformation is performed owing to the relatively random character of time realization of the beginning of cardio-cycles. After that, the duration of cardio-intervals at appropriate points of each spirocycle is summed; their average values are found. The obtained data are analyzed: maximum and minimum average duration of cardio-cycle (and their deviation from the value on inhalation: RSA_{min} and exhalation: RSA_{max}), that determine the value of respiratory sinus arrhythmia (RSA) and time interval between these values and inhalation start ($tRSA_{min}$ and $tRSA_{max}$).

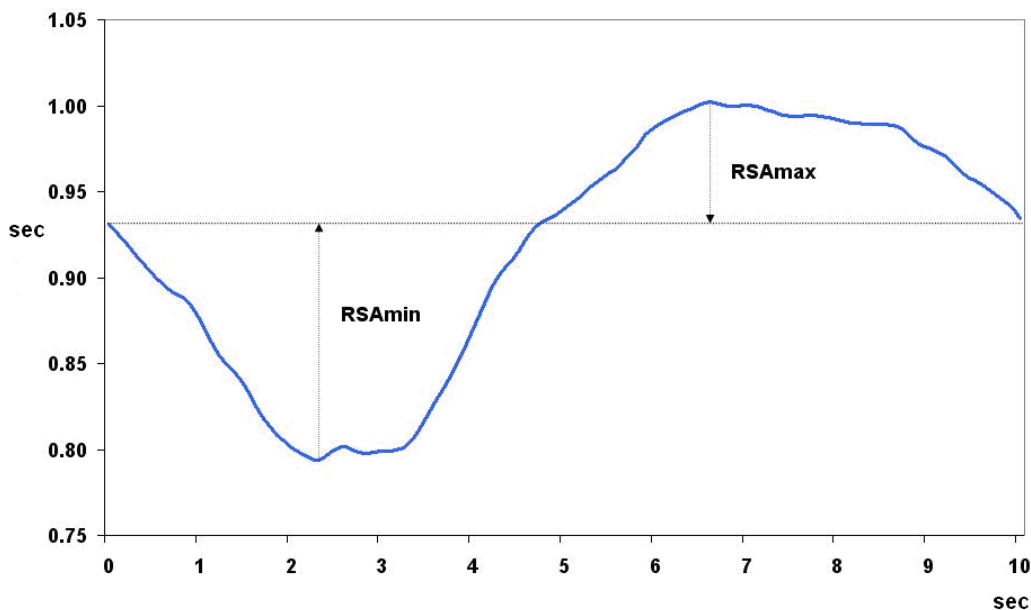


Fig. 1. Calculation of Respiratory Sinus Arrhythmia

Similarly, the changes of SV during respiratory cycle with the determination of minimum (RA_{min}) and maximum (RA_{max}) values and the time of their origin are analyzed.

Statistics data analysis shows their medians, limits 25 and 75 percentiles; the probability of differences is assessed by the method of pair comparison Wilcoxon in the program Statistics for Windows-5.

Results and their Discussion

The oscillation level of R-R interval duration during respiration cycle was 76 [55; 140] ms at rest in prone position. The median amplitude of this indicator decrease on inhalation (RSA_{min}) was significantly higher (-59 [89; -37] ms) than the increase on exhalation (RSA_{max}) (19 [5; 41] ms) (Table. 1). The reverse trend was observed concerning respiratory changes of cardiac output (RA): the decrease of SV on inhalation (RA_{min}) was lower (-1.2 [-3.4; -0.4] ml) than its increase on exhalation (RA_{max}) (12.1 [8.8; 17.4] ml).

Maintaining rather sustainable level of cardiac output on inhalation may be owing to a significant increase in heart rate. The lungs are stretched during inhalation and the level of their relative blood filling is reduced. It may lead, first, to the decrease of blood flow to the left ventricle and, consequently, the stroke blood volume reduces; second, to the deterioration of gas exchange in the lungs. Increased heart rate helps to restore the blood filling level of the lungs and eliminates the above mentioned changes in cardiac output and gas exchange. In this situation, the level of cardiac output is a stable homeostatic constant; and the heart rate is an indicator that supports the constant. This assumption is confirmed by the analysis of time parameters of respiratory arrhythmia of SV and R-R (Table 2).

Table 1

Respiratory Arrhythmia Indicators of SV and R-R at Rest and Orthostatic Test
(n=88)

Indicators	In prone position	Orthostatic Test	Reactivity (%)	P
RSA, ms	76 [55; 140]	61 [48; 103]	-17 [-52.5; 23.7]	0.003
RSA _{min} , ms	-59 [-89; -37]	-39 [-55; -23]	-34 [-58.4; 5.7]	0.000
RSA _{max} , ms	19 [5; 41]	21 [8; 48]	20.3 [-60.7; 279.1]	0.244
RA, ml	14.9 [10.8; 20.6]	8.7 [6.8; 12.4]	-34.7 [-60.2; -12.3]	0.000
RA _{min} , ml	-1.2 [-3.4; -0.4]	-1.7 [-3.7; -0.8]	49.8 [-58.4; 269.2]	0.456
RA _{max} , ml	12.1 [8.8; 17.4]	6.7 [4.9; 9]	-44.7 [-67; -15.7]	0.000

Table 2

Spiro-Cycle Duration and Time Indicators of Respiratory Arrhythmia of SV and R-R at
Rest and Orthostatic Test (n=88)

Indicators	In Prone Position	Orthostatic Test	Reactivity (%)	P
Msp, ms	4206 [3615; 4910]	4419 [3689; 5280]	5.6 [-9.2; 20.8]	0.036
tRSA _{min} , sec	2.2 [1.9; 3.3]	3.2 [2.4; 4.3]	37.8 [0; 89.7]	0.000
tRSA _{max} , sec	4.2 [2.4; 5.5]	5.2 [1.9; 6.5]	27.5 [-9.8; 69.8]	0.009
tRA _{min} , sec	0.9 [0.5; 3.7]	1 [0.5; 4.6]	5.6 [-9.2; 20.8]	0.074
tRA _{max} , sec	2.4 [2; 3.5]	2.6 [1.9; 5.6]	18.3 [-48.2; 209.2]	0.012

Thus, registration time of SV minimum during respiratory cycle (tRA_{min}) was 0.9 [0.5; 3.7] sec from the start of the inhalation and was significantly less than the time of RSA minimum (tRSA_{min}) – 2.2 [1.9; 3.3] sec. The time of SV maximum from the beginning of the inhalation was almost similar to tRA_{min} and, quite possibly, reflects the introduction of compensatory shifts of heart rate. It is interesting to note that tRSA_{max} is almost equal to spirocycle duration showing the slow increase of t-R-R in the second phase of RSA. And, even with the start of inhalation due to the inertia of regulatory processes, the duration of R-R interval may continue to increase that may lead to some distortion of classical picture of RSA during short period of respiratory cycle.

At the same time, rather wide range is characteristic for the level of respiratory arrhythmia indicators of both SV and t-R-R. The histograms of RSA, RSA_{max}, RA and RA_{min} distribution are presented on Fig.2. RSA and RA distributions have some peaks with considerable variations, which may show the availability of typological groups. RSA_{max} and RA_{min} distributions are also characterized with several peaks. The charts of RSA_{max} and even more RA_{min} distributions show the highest and dominant peak in the range of small amplitude changes. Thus, we may suppose that rather small range of SV decrease on inhalation can be

stipulated at the expense of significant variability of both the level of RSA and particularly t-R-R changes in the first reflex stage of respiratory sinus arrhythmia.

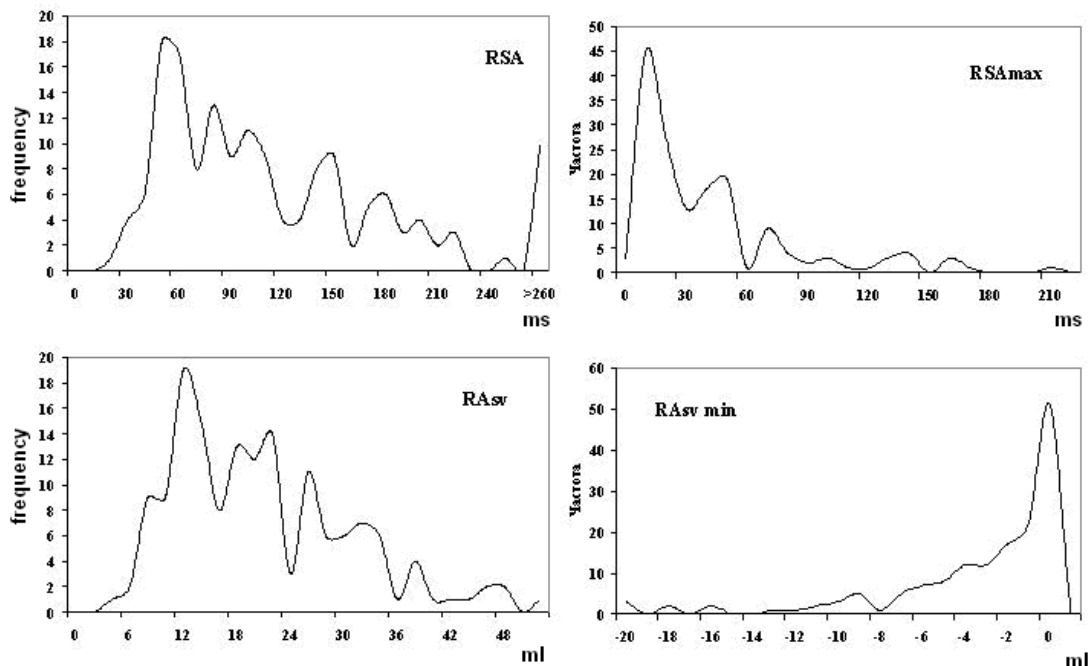


Fig. 2. Charts of Indicator Distribution of Respiratory Arrhythmia at Rest, in Prone Position (N=157)

The change of the body position into the vertical one resulted in the significant decrease of the level of respiratory arrhythmia of R-R interval duration and, to a larger extent, SV (Table 1). At the same time, similar changes were stipulated with multi-directed shifts of two phases of respiratory arrhythmia. For t-R-R, the amplitude decreased in the first phase of RSA; the increase value almost did not change in the second one; for SV, conversely, RA_{max} decreased reliably, RA_{min} shifts were not reliable. RA_{max} shifts are quite natural since the change of body position results in significant decrease of SV and, definitely, the level of all the indicators stipulated by it. In case of RA_{min} , the SV decrease can somewhat neutralize the reactions of its amplitude increase.

Time parameters of respiratory arrhythmia at orthostatic test (Table 2) mostly increased reliably. The largest amplitude of such shifts was for $tRSA_{min}$ – 37.8%. Such changes of the indicator can be explained with the influence of several factors: the first one is the increase of spirowave duration; the second one is the post-action increase of the second phase of RSA reflex on the course of the first phase; the third one is the tonus changes of various parts of the vegetative nervous system.

Reactivity analysis of respiratory arrhythmia indicators at orthostatic test showed that they were characterized with a wide deviation both in direction and the value of their changes. It concerned, to the greatest extent, those parameters that had unreliable shift, RSA_{max} and RA_{min} .

Mental loading also caused significant changes in amplitude and time parameters of SV and t-R-R changes during respiratory cycle. With such a loading, RSA_{min} , and RA_{min} decreased significantly, RA_{max} increased. The factor caused it might be reliable decrease of spirowave duration to 2917 ms. $tRSA_{min}$ decreased significantly and reliably to 1.5 [1.3; 3] s and tRA_{min} to 0.95 [0.5; 2.7] s. Thus, reaction time of SV decrease and t-R-R on inhalation were reduced that was displayed on their amplitude.

Reactivity to mental loading was characterized with the high level of inter-deviance according to the amplitude of changes and their orientation for RSA (-28 [-44; 17] %),

RSA_{max} (-10 [-63; 359] %), RA_{max} (-11 [-62; 180] %). The reactions of decreasing these indicators dominated mostly for RSA_{min} (-36 [-53; -10] %), RA^{SV} (-51 [-75; -16] %), RA_{min} (-66 [-83; -36] %).

Further decrease of RSA, RSA_{min}, RA_{min} amplitude and significant increase of RA and RA_{max} were observed with dosed physical loading. tRA_{min} was significantly decreased to 0.3 [0.2; 0.6] s. At the same time, spiro-cycle duration was somewhat higher (3191 ms) than with mental loading. The dynamics of DSA changes may be influenced by the increase of respiratory volume with physical exercise, the decrease of t-R-R, the tone changes of parasympathetic link of VNS. The significant increase of SV changes amplitude during respiratory cycle may be explained by the dynamics of respiratory volume changes and the availability of artifacts in determining SV with the movements of a person.

Conclusions

1. Both at rest and with loadings, there are significant inter-individual differences of strike blood volume and t-R-R shifts during respiratory cycle.

2. Considering the decrease amplitude of these indicators level is important for the assessment of respiratory arrhythmia of R-R interval duration and strike blood volume.

References

1. Dvoretzkiy D.P., Tkachenko B.I. Lung haemodynamics. – M.: Medicina. – 1987. – 288 p. In Russian: Дворецкий Д.П., Ткаченко Б.И. Гемодинамика в легких / Д.П.Дворецкий, – М.: Медицина, 1987. – 288 с.
2. Eckberg D.L. The human respiratory gate // J Physiol. – 2003. – V.548, Pt2. – P.339-352.
3. Gonschorek A.S., Lu L.L., Halliwill J.R., Beightol L.A., Taylor J.A., Painter J.A., Warzel H., Eckberg D.L. Influence of respiratory motor neurone activity on human autonomic and haemodynamic rhythms // Clin Physiol. – 2001. – V.21, №3. – P.323-334.
4. Hayano J., Yasuma F. Hypothesis: respiratory sinus arrhythmia is an intrinsic resting function of cardiopulmonary system // Cardiovasc Res. – 2003. – V.58, №1. – P.1-9.
5. Kovalenko S.O., Kushnirenko O.Ye., Nosenko L.I. Programmatic system of essential analysis of cardiographic signals // Bulletin of Cherkasy University. Biological sciences series. – Cherkasy. – 2000. – Issue 22. – P. 73-78. In Ukrainian: Коваленко С.О., Кушніренко О.Є., Носенко Л.І. Програмна система первинної обробки кардіографічних сигналів // Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки. – Черкаси. – 2000. – Вип. 22. – С.73-78.
6. Kovalenko S.O., Tsybenko V.O. Method for estimating respiratory sinus arrhythmia. Patent of Ukraine A61B5/0205 №67621. -2006. – Bul. №3. In Ukrainian: Коваленко С.О., Цибенко В.О. Спосіб визначення величини дихальної синусової аритмії. Патент України А61В5/0205 №67621. Опубл.15.03.2006, Бюл. №3.
7. Mohrman DE, Heller L.J., Cardiovascular Physiology. McGraw-Hill: Lange Medical Books, 2002. 257 p.
8. Peltola M., Tulppo M.P., Kiviniemi A., Hautala A.J., Seppänen T., Barthel P., Bauer A., Schmidt G., Huikuri H.V., Mäkikallio T.H. Respiratory sinus arrhythmia as a predictor of sudden cardiac death after myocardial infarction // Ann Med. – 2008. – V.40, №5. – P.376-382.
9. Tkachenko B.I., Evlahov V.I., Poyasov I.Z. About the role of negative chest pressure in the change of vein return of blood to the heart // Ros. fiziol. zurn. I.M. Sechenova. – 2001. – V.87, №1. – P.14-22. In Russian: Ткаченко Б.И., Евлахов В.И., Поясов И.З. О роли отрицательного внутригрудного давления в изменении венозного возврата крови к сердцу // Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. – 2001. – Т.87, №1. – С.14-22.
10. Williams C.A., Lopes P. The influence of ventilatory control on heart rate variability in children // J Sports Sci. – 2002. – V.20, №5. – P.407-415.

Анотація. Коваленко С.О., Завгородня В.А. Особливості змін гемодинамічних показників упродовж дихального циклу у чоловіків. На 157 здорових молодих чоловіках віком від 18 до 23 років проведені вимірювання змін тривалості інтервалу R-R, ударного об'єму крові упродовж дихального циклу у спокої лежачи, при ортопробі, розумовому та фізичному навантаженнях. Показано, що як в стані спокою, так і при виконанні навантажень існують суттєві міжіндивідуальні відмінності зрушень ударного об'єму крові та t-R-R впродовж

дихального циклу. Важливим для оцінки дихальної аритмії тривалості інтервалу R-R та ударного об'єму крові є врахування амплітуд зниження рівня цих показників на вдиху.

Ключові слова: дихальна синусова аритмія

Аннотація. Коваленко С.А., Завгородня В.А. *Особенности изменений гемодинамических показателей на протяжении дыхательного цикла у мужчин. На 157 здоровых молодых мужчинах в возрасте от 18 до 23 лет проведены измерения изменений длительности интервала R-R, ударного объема крови на протяжении дыхательного цикла в покое лежа, при ортопробе, умственной и физической нагрузках. Показано, что как в состоянии покоя, так и при выполнении нагрузок существуют межиндивидуальные отличия сдвигов ударного объема крови и t-R-R на протяжении дыхательного цикла. Важным для оценки дыхательной аритмии длительности интервала R-R и ударного объема крови является учет амплитуд снижения уровня этих показателей на вдохе.*

Ключевые слова: дыхательная синусная аритмия

Cherkasy National Bogdan Khmelnytsky University

Arrived 19.11.2014

Approved 07.12.2014

Відомості про авторів

Андрієвська Олена Леонідівна - науковий співробітник, Національний природний парк «Голосіївський»,

Весельський Станіслав Павлович - доктор біологічних наук, с.н.с, завідувач відділу загальної фізіології ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Гаврись Глеб Георгійович - кандидат біологічних наук, завідувач відділом фауни і систематики хребетних, Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України,

Галкін Олександр Юрійович - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри промислової біотехнології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

Горго Юрій Павлович - доктор біологічних наук, професор, професор кафедри біоінформатики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

Гордій Наталія Михайлівна - старший викладач кафедри біології та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка

Довгий Роман Сергійович - студент 2-го курсу магістратури кафедри мікробіології та загальної імунології ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Зубенко Ольга Григорівна – асистент кафедри біології та біохімії Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

Ілюха Олександр Володимирович - викладач кафедри екології та агробіології Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького

Кисилевская Алена Юрьевна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник украинского государственного центра стандартизации и контроля качества природных и преформированных средств ГУ «Укр НИИ МР и К МЗ Украины»

Клестов Микола Леонардович - кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фауни і систематики хребетних, Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України

Козак Максим Іванович - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології та методики її викладання, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Коробейников Георгій Валерійович - доктор біологічних наук, професор, Національний університет фізичного виховання і спорту України

Корольова Ольга Вікторівна - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського

Лисенко Олена Миколаївна – доктор біологічних наук, ст. н. співр., Науково-дослідний інститут Національного університету фізичного виховання і спорту України

Макаренко Олександр Миколайович – доктор медичних наук, професор кафедри мікробіології та загальної імунології ННЦ «Інститут біології Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Метальнікова Наталія Петрівна - доктор біологічних наук, старший науковий співробітник кафедри екобіотехнології та біоенергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»

Микитин Татяна Василівна - асистент кафедри біології та екології ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника"

Міщенко Віктор Сергійович – доктор біологічних наук, професор, Академія фізичного виховання і спорту Гданська (Польща)

Мокиєнко Андрей Вікторович – доктор медичинських наук, старший науковий співробітник, керівник центру ведення Государственного кадастра природных лечебных ресурсов ГУ «Укр НІІ МР і К МЗ України», головний науковий співробітник.

Никипелова Елена Михайловна – доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, керівник українського державного центру стандартизації і контролю якості природних і преформованих засад ГУ «Укр НІІ МР і К МЗ України», головний науковий співробітник.

Николенко Светлана Ивановна – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, ведучий науковий співробітник українського державного центру стандартизації і контролю якості природних і преформованих засад ГУ «Укр НІІ МР і К МЗ України»

Новодран Александр Вікторович – науковий співробітник українського державного центру стандартизації і контролю якості природних і преформованих засад ГУ «Укр НІІ МР і К МЗ України»

Позур Валентина Володимирівна – кандидат біологічних наук, м.н.с. лабораторії генетики та молекулярної біології ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Редька Ірина Василівна – кандидат біологічних наук, докторант кафедри фізіології людини і тварин Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Ровная Ольга Александровна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри гігієни і фізіології людини, Харківська державна академія фізичної культури

Рудик Марія Петрівна - кандидат біологічних наук, асистент кафедри мікробіології та загальної імунології ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Святецька Віталіна Миколаївна - інженер I категорії науково-дослідної лабораторії «Мікробіологічних та імунологічних проблем біотехнології» ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Слободяник Людмила Олександрівна – аспірант, Київський національний університет імені Богдана Хмельницького

Солодова Людмила Борисовна – науковий співробітник українського державного центру стандартизації і контролю якості природних і преформованих засад ГУ «Укр НІІ МР і К МЗ України»

Спрягайло Александр Васильович – кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та агробіології, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Таровик Наталія Олександрівна - аспірант, асистент кафедри фізичного виховання і спорту Білоцерківського національного аграрного університету

Федорчук Іван Вікторович - кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри географії та екології, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Хмелевская Оксана Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник украинского государственного центра стандартизации и контроля качества природных и преформированных средств ГУ «Укр НИИ МР и К МЗ Украины»

Чуй Ольга Василівна – аспірант, Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника

Шумська Надія Василівна - кандидат біологічних наук, доцент, викладач кафедри біології та екології Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника

Янчук Петро Іванович – доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу фізіології кровообігу НДІ фізіології імені академіка Петра Богача ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Gavrilyuk M. - кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та агробіології, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,

Kovalenko S.O. – доктор біологічних наук, професор кафедри анатомії, фізіології та фізичної реабілітації Черкаського національного університету

Milobog Yu. - кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри зоології, фізіології та валеології, Криворізький національний університет

Prommer M. – Бюккський національний парк (Угорщина)

Vetrov V. - Український центр досліджень хижих птахів

Zavhorodnia V.A. – аспірант НДІ фізіології ім. М. Босого Черкаського національного університету

ЗМІСТ

Галкін О.Ю., Метальнікова Н.П., Горго Ю.П. Оптимізація та інтенсифікація синтезу кон'югатів білок-білок та білок-гаптен для високочутливих методів імуноаналізу	3
Гордій Н.М. Екологічні групи булавовусих лускокрилих (Lepidoptera, Rhopalocera) Кам'янецького Придністров'я	12
Довгий Р.С., Святецька В.М., Рудик М.П., Весельський С.П., Позур В.В., Макаренко О.М. Вплив засобу «Кордіцепс і Лінчжі» та його фракцій на окремі показники імунної системи, ріст пухлини та виживаність у мишей з карциномою Ерліха	17
Ілюха О.В. Просторові та кількісні закономірності міграції птахів у регіоні Кременчуцького водосховища в світлий період доби	27
Зубенко О. Г. До вивчення афідіїд (<i>Hymenoptera: Aphidiidae</i>) на території Центрального Лісостепу України	35
Клєстов М.Л., Гаврись Г.Г., Андрієвська О.Л. Рідкісні та зникаючі птахи пониззя річки Сули	40
Козак М.І., Федорчук І.В. Рослинність і флористичні особливості гідрологічного заказника «Серетський» (Тернопільська область)	47
Корольова О. В. Локулоаскоміцети та анаморфні гриби материкових ділянок Чорноморського біосферного заповідника	52
Лисенко О.М., Міщенко В.С. Реактивні властивості кардіореспіраторної системи в процесі напруженого фізичного навантаження та після нього	59
Микитин Т.В. Антропогенний вплив на мірмекофауну техногенно-трансформованих околиць ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття»	67
Нікіпелова О.М., Ніколенко С.І., Мокієнко А.В., Хмелєвська О.М., Кисилєвська А.Ю., Солодова Л.Б., Новодран О.В. Мікробіологічний стан кремнієвих слабкомінералізованих мінеральних вод України	74
Редька І.В. Оцінка нейродинамічних систем головного мозку юнаків з вродженими зоровими дисфункціями в умовах сенсорно-моторної інтеграції	82
Ровная О.А. Исследование индивидуальной устойчивости к гипоксии спортсменов синхронного плавания разных возрастных групп	95
Слободяник Л.О., Янчук П.І. Участь сірководню у регуляції тканинного кровотоку в печінці щурів	103

Спрягайло О.В. Перспективи збагачення таксономічного різноманіття культивованої дендрофлори Середнього Подніпров'я	108
Таровик Н.О., Коробейніков Г.В. Функціональний стан центральної нервової системи у підлітків з різним рівнем рухової активності	116
Чуй О. В., Шумська Н. В. Біометричні параметри генеративних особин <i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill. у ценопопуляціях Західного Поділля	124
Prommer M., Milobog Yu., Gavrilyuk M., Vetrov V. Juvenile dispersal of saker falcons in Ukraine according satellite telemetry	129
Kovalenko S.O., Zavorodnia V.A. Features of haemodynamics index changes during respiratory cycle in men	135
Відомості про авторів	141

CONTENT

Galkin O.Yu., Metalnikova N.P., Gorgo Yu.P. Optimization and intensification of synthesis protein-protein and protein-hapten conjugates for highly sensitive immunoassays	3
Gordiy N. Ecological groups of butterflies (Lepidoptera, Rhopalocera) of Kamyanetske Prydnistrovia	12
Veselsky S.P., Dovgiy R.S., Svyatetska V.N., Rudyk M.P., Pozur V.V., Makarenko A.N. Influence of medicine “Cordyceps & Lingzhi” and its fractions on some indexes of immune system, tumor growth and survival of mice with Ehrlich’s carcinoma	17
Iliuha O.V. Spacious and quantitative regularities of bird migration in the region of Kremenchuk reservoir in the daytime	27
Zubenko O. G. Species diversity of aphid parasites (<i>Hymenoptera: Aphidiidae</i>) on the territory of Central Forest-steppe of Ukraine	35
Klestov N.L. , Gavris G.G. , Andrievska O.L. Rare and threatened birds of the lower reaches of Sula river	40
Kozak M.I., Fedorchuk I.V. Vegetation and floristic features of the hydrological reserve «Seretskiy» (Ternopil region)	47
Korolyova O.V. Loculoascomycetes and anamorphic fungi from inland areas of the Black Sea Biosphere Reserve	52
Lysenko O.M., Mishenko V.S. Reactive properties of the cardiorespiratory system in the process and after of the tense physical loading	59
Mykytyn T.V. Antropogenic influence on myrmecofauna on the technological-transformed environs OJSC «Naftokhimik Carpathians»	67
Nikipelova E.M., Nikolenko S.I., Mokienko A.V., Khmyelyevska O.N., Kisilevska A.Y., Solodova L.B., Novodran A.V. Microbiological status of slightly mineralized silicon Ukrainian mineral water	74
Redka I.V. Evaluation systems of the brain neurodynamic in the young men with congenital visual dysfunction in a sensory-motor integration	82
Rovna O.O. The article investigates the individual sensitivity to hypoxia synchronized swimming athletes of different age groups and level of sportsmanship	95

Slobodianyuk L.O., Yanchuk P.I. Regulation of tissue blood flow by the action of hydrogen sulfide in liver rats	103
Spryagailo O.V. The prospects for enrichment of taxonomic diversity of Middle Dnieper cultivated dendroflora	108
Tarovyk N.A., Korobeynikov G.V. Functional central nervous system of teenagers whis different levels of motor activity	116
Chuj O.V., Shumskaja N.V. Biometric parameters of generative species <i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill. in cenopopulations of Western Podillia	124
Prommer M., Milobog Yu., Gavrilyuk M., Vetrov V. Juvenile dispersal of saker falcons in Ukraine according satellite telemetry	129
Kovalenko S.O., Zavorodnia V.A. Features of haemodynamics index changes during respiratory cycle in men	135
Information about authors	141