

БІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ

НАУКОВИЙ ВІСНИК
ЧЕРНІВЕЦЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

БІОЛОГІЯ

Рік заснування 1996

Том 2
Випуск 4

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Чернівці
Видавництво Чернівецького університету
2010

Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – Т. 2, Вип. 4. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2010. – 96 с.

Scientific Herald of Chernivtsy University. Biology (Biological System). – Vol. 2, Is. 4. – Chernivtsy : Chernivtsy National University, 2010. – 96 p.

У випуску висвітлено проблеми біохімії, молекулярної генетики, біотехнології, екології, ботаніки, збереження біоти і біоресурсів, ґрунтознавства, над якими працюють науковці Чернівецького національного університету та інших наукових установ і вузів України.

The articles in the journal highlight actual problems of biochemistry, molecular genetics, biotechnology, ecology, protection of biodiversity and acclimation, soil sciences, which are studied by the scientists of Chernivtsy National University and other universities and research institutes of Ukraine.

*Друкується за ухвалою вченої ради
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича*

Редакційна колегія:

Головний редактор **М.М. Марченко**
Заступники головного редактора:
С.С. Костишин, Р.А. Волков

Editorial Board:

Editor-in-Chief: **M.M. Marchenko**
Deputy Editors:
S.S. Kostyshyn, R.A. Volkov

**І.П. Григорюк, Ю.М. Дмитрук, С.С. Руденко,
Б.К. Термена, І.І. Чорней**

**I.P. Hryhoryuk, Y.M. Dmytruk, S.S. Rudenko,
B.K. Termena, I.I. Chorney**

Редакційна рада:

В.С. Акатов (Росія)	V.S. Akatov (Russia)
В.С. Бленер (США)	W.S. Blaner (USA)
В. Гемлебен (Німеччина)	V. Hemleben (Germany)
В.А. Кунах	V.A. Kunakh
М. Я. Співак	N. Ya. Spivak
П.О. Мельник	P.O. Melnyk
І.Ф. Мещишен	I.F. Meschyshen
В.М. Решетников (Білорусь)	V.M. Reshetnikov (Bilorusia)
С. Скіба (Польща)	S. Skiba (Poland)
Я. Собоцка (Словаччина)	J. Sobotska (Slovakia)
О. Б. Стрельцов (Росія)	O.B. Streltsov (Russia)
Л. Фартайш (Румунія)	L. Fartais (Romania)
М.М. Федорончук	M.M. Fedoronchuk

Editorial Council:

Відповідальні секретарі:
В.В. Буджак, І.О. Шмараков

Responsible Secretaries:
V.V. Budzhak, I.O. Shmarakov

**Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Міністерства Юстиції України серія КВ № 15752-4224Р від 12.10.2009**

Загальнодержавне видання
Збірник входить до переліку наукових видань ВАК України

Адреса редколегії:

факультет біології, екології та біотехнології ЧНУ
вул. Лесі Українки, 25
м. Чернівці, Україна, 58012

Address for correspondence:

Faculty of Biology, Ecology and Biotechnology
Lesia Ukrainka Str., 25
Chernivtsy, Ukraine, 58012

**www.bio.chnu.edu.ua/vb
E-mail: vb@chnu.edu.ua**

Підписано до друку 21.12.2010. Формат 60 x 84/8.
Папір офсетний. Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 10,5.
Обл.-вид. арк. 11,3. Тираж 100. Зам. 3-109п.
Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету
58012, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2
Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002 р.

© Чернівецький національний університет, 2010

БІОХІМІЯ МІЖКЛІТИННОГО МАТРИКСУ

М.Д. Курський¹, М.М. Марченко², О.М. Корженко³

¹Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАНУ, вул. Леонтовича, 9, Київ, 01601, kursk@biochem.kiev.ua

²Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012,

³Поліклініка № 1 лікарні для вчених НАНУ, вул.Смирнова-Ласточкина, 22, Київ, 04053

Підсумовані і проаналізовані біохімічні дані про білкові структури міжклітинного матриксу тканин та їх функцію. Останній включає білки цитоскелету, н'ять родин трансмембранних білків, білки базальних мембран та зовнішнього клітинного матриксу. Проаналізовані низькомолекулярні інформаційні білкові компоненти міжклітинного матриксу (інтерлейкіни, фактори росту, онкогени), які регулюють метаболізм і функцію тканиноформуючих клітин.

Ключові слова: зовнішньоклітинний матрикс, адгезивні рецептори, фактори росту, інтерлейкіни, онкогени.

Вступ. Проблема міжклітинних відношень, участі молекулярних структур у формуванні адгезивних контактів і комутаційної інформації між взаємодіючими клітинами здавна привертала увагу дослідників різних спеціальностей, оскільки при організації тканин та їх функціонуванні ці процеси відіграють досить важливу роль. Процеси формування міжклітинного матриксу й утворення тканин є біохімічною проблемою недостатньо висвітленою в підручниках з біохімії.

Тканини можуть формуватися з одного або різних типів клітин, які поновлюються і функціонують лише за умов їх взаємного пізнання, утворення контактів, формування міжклітинного матриксу та інформаційних взаємовідношень. Ці процеси об'єднанні терміном міжклітинної взаємодії, де клітина є головним тканиноформуючим елементом. Агрегація клітин знаходиться під контролем різних факторів, які призводять до молекулярно-біохімічних змін, зокрема фазового стану мембран, які впливають на адгезивні властивості клітин у вузьких межах температур, рН та інших фізико-хімічних чинників зовнішнього середовища.

Міжклітинна взаємодія забезпечує інтеграцію і регуляцію проліферації, морфогенезу та функціонування гомологічних і гетерологічних типів клітин в тканинних системах живих організмів.

Міжклітинний матрикс утворюється в результаті вибіркової, комплементарності (взаємодії просторової відповідності у хімічній будові макромолекул) трансмембранних білків плазматичних мембран, окремих структур цитоскелету, білкових складових базальних мембран (БМ) та екстрацелюлярного матриксу (ЕЦМ).

Вважають, що стабільність комплементарності взаємодіючих макромолекул забезпечують сили Ван-дер-Ваальса, іонні та водневі зв'язки і гідрофобної взаємодії.

Складними і мало відомими є процеси міграції окремих клітин на деяку відстань при формуванні органів та метастазування трансформованих клітин, їх подальшого об'єднання з клітинами інших типів або з подібними клітинами, які потрапили з інших органів.

Вважають, що міграція клітин відбувається за складними механізмами векторних систем: секреції відповідних «заохочувальних» речовин – хемотаксис або утворенням молекулярних міток у міжклітинному матриксі, які повинні визначати детермінований шлях для клітин, що транслокуються. Особливий інтерес викликають питання, яким чином одні клітини пізнають і «вирішують», що інші клітини є своїми чи чужими?

Отже, процесу утворення міжклітинних контактів і формування тканин передують явища розпізнавання і адгезії (злипання) клітин, які реалізуються на рівні міжклітинно-матриксних та між-мембранних взаємодій.

Розпізнавання це специфічна, комплементарна взаємодія інтегральних білкових складових плазматичних мембран, БМ та ЕЦМ. Розпізнавання клітинами молекул взаємодії на поверхнях мембран інших клітин або в зовнішньоклітинному матриксі відбувається не випадково, а завдяки спрямованому механізму зближення за участю сил Ван-дер-Ваальса та фізико-хімічної комплементарності.

Адгезія (*cell adhesion molecules- CAM*) є одночасно причиною і наслідком процесу клітинного розпізнавання та механізму його реалізації. Якщо в результаті розпізнавання утворюється тимчасовий зв'язок, то це свідчить про те, що окремі ділянки макромолекул взаємодіючих клітин комплементарні, в результаті цього відбувається їх постійний зв'язок – адгезія. Адгезію можна охарактеризувати рядом параметрів: вибірковістю, силою зчеплення, енергією взаємодії мем-

бранних компонентів, стабільністю контактів по відношенню до різних взаємодіючих структур. Адгезивні властивості клітин залежать не лише від складу і фізико-хімічних властивостей поверхневих та глибинних шарів мембран, але і від внутрішньоклітинних складних білків, зокрема цитоскелету.

Спочатку адгезивні білки розділяли на дві групи: молекули, які забезпечували зв'язування клітин із зовнішньоклітинним матриксом, і молекулярні структури, які сприяли розпізнаванню і адгезії різних компонентів взаємодіючих клітин. Подальші дослідження показали, що такий поділ був штучним, оскільки багато рецепторно-субстратних молекул (наприклад інтегринів) бере участь в розпізнаванні, мембранній адгезії і зв'язуванні з компонентами зовнішньоклітинного матриксу.

Доведено, що взаємодія клітини з клітиною або клітини з субстратом (лігандом) забезпечується різними трансмембранними рецепторами, які зв'язуються з білками цитоскелету, специфічними гліколіпопротеїнами БМ та складною сіткою гетерогенних протеогліканів ЕЦМ. У складі міжклітинного матриксу виявлена наявність п'яти родин інтегральних (трансмембранных білків – рецепторів плазматичних мембран (рис.1). Поверхневі білки БМ і ЕЦМ ще не віднесені до відповідних адгезивних родин, але вони також виявляють антигенні, рецепторні та регуляторні властивості.

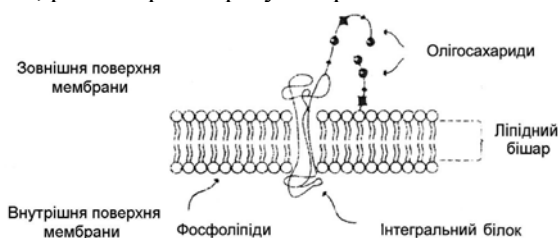


Рис. 1. Схема локалізації інтегральних рецепторів в плазматичних мембранах

До інтегральних адгезивних рецепторів відносяться:

1-родина *інтегринів* – гетеродимерні молекули, що функціонують як клітинно-субстратні, так і міжклітинні адгезивні рецептори. Родина інтегринів представлена трьома групами білків, які разом з білками цитоскелету зв'язують одну клітину з іншою. За своїм складом інтегрини – трансмембранні сіалоглікопротеїни з молекулярною масою (ММ) 40-180 кДа, побудовані з α - і β -субодиниць. Завдяки інтегринам здійснюються три типи адгезивних зв'язків: клітина – клітина, клітина – матрикс та клітина – розчинний фактор взаємодії.

Спочатку їх підрозділяли на три групи, що мають одну загальну β -субодиницю (β_1 , β_2 , β_3), нековалентно зв'язану з різними α -субодини-

цями. Вони отримали відповідну назву: VIA-білки (β_1 -тип), лейкоцитарні інтегрини (β_2 -тип, або CD11/ CD18), цитоадгезини (β_3 -тип). Пізніше в родині цих білків було виявлено 7 різних β -субодиниць, а геномний аналіз передбачає наявність до 15 β -субодиниць. Відповідні α -субодиниці можуть комбінуватися більше ніж з однією β -субодиницею.

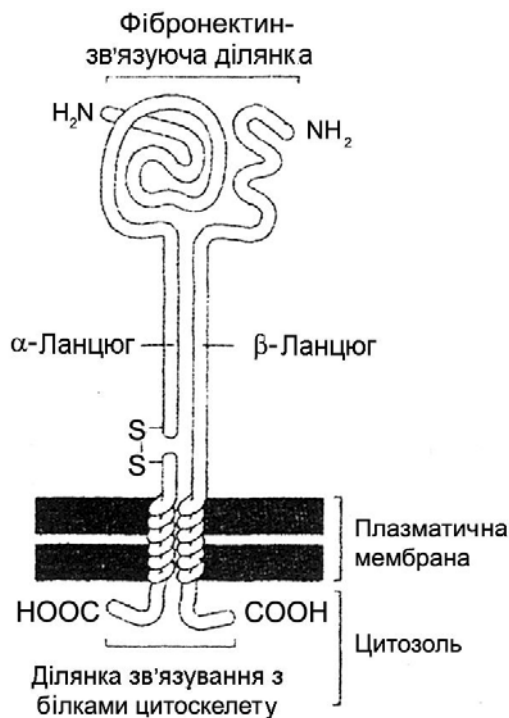


Рис. 2. Структурна організація інтегрових рецепторів

Загальною ознакою α -субодиниць є наявність на N-кінці до семи (I-VII) гомологічних послідовностей, що включають приблизно 65 амінокислотних залишків. Три (V- VII) або чотири (IV-VII) домени визначаються особливостями α -субодиниць, які містять ділянки зв'язування двохвалентних катіонів (Ca^{2+} або Mg^{2+} , або двох разом), які підсилюють ефект зв'язування (1).

2-суперродина *імуноглобулінів*, трансмембранні білки, які беруть участь в міжклітинній адгезії і особливо важливі в ембріогенезі та імунній відповіді. Вони мають три гомологічні ділянки (C, V і H), довжиною і складом амінокислотних залишків схожі на петлі імуноглобулінів, з'єднані дисульфідними зв'язками. Кожний з таких доменів являє собою послідовність приблизно 100 амінокислотних залишків, серед яких визначають два консервативних регіони, що оточують цистеїнову пару. Вважають, що саме завдяки наявності зазначених петель імуноглобуліни даного сімейства здатні виконувати адгезивну функцію.

Другою важливою особливістю складу білків адгезії Ig-родини є присутність доменів, які поді-

бні до білків глікопротеїнового матриксу і фібронектину. Адгезивні імунoglobуліни, в результаті міжклітинної взаємодії, відіграють важливу роль в процесах активації та диференціювання клітин. Залежно від кількості Ig-петель, фібронектинових повторів та способу їх міжмембранного зв'язку адгезивні білки родини Ig розділяють на дві групи. До першої групи відносять глікопротеїни

N- CAM. Цей білок найбільш досліджений серед Ig-родини забезпечує адгезивну взаємодію за типом клітина-клітина, клітина-субстрат. Білки цієї групи мають видову відмінність, але доменна організація їх досить подібна. Структура білків цієї групи включає 5 Ig-доменів, 2 фібронектинових повтори, трансмембранний та цитоплазматичний домени.

Друга група має більшу кількість представників Ig, зокрема білок L1, Ng- CAM та Nr- CAM. Амінокислотна послідовність цих білків на 40% ідентична, а з іншими адгезивними білками вони мають схожість лише на 20-30%. Білки цієї групи мають 6 Ig-доменів, 5 фібронектинових зовнішньоклітинних повторів, трансмембранний та цитоплазматичний регіони.

3-Родина кадгеринів – трансмембранні, кальцій-залежні адгезивні білки з MM 125-135 кДа, які забезпечують сортування клітин під час морфогенезу, а також відіграють важливу роль в процесі поляризації клітин і функціонують лише в присутності іонів кальцію. До родини кадгеринів відносять понад 20 білків, які є продуктами споріднених генів. Вони включають п'ять екстрацелюлярних, трансмембранний та цитоплазматичний домени і утворюють комплекс з специфічними білками цитоскелету. Кількість амінокислот в складі екстрацелюлярних доменів не перевищує 113 залишків, містять послідовність –His-Ala-Val (HAV), завдяки якій відбувається їх ефективний зв'язок з лігандами. Чотири екстрацелюлярних домени, що знаходяться ближче до N-кінця, відзначаються високим ступенем консервативності, завдяки яким відбувається ефективний гомофільний зв'язок.

Структурні зміни в першому екстрацелюлярному домені впливають на специфічність послідовних адгезивних зв'язків. Вважають, що з цим доменом відбувається взаємодія з антитілами, які блокують кадгеринову адгезію.

Аналіз амінокислотної послідовності Ca^{2+} -зв'язуючих регіонів свідчить про те, що в їх формуванні важлива роль належить аспарагіновій і глутаміновій кислотам, за своїм складом вони схожі на Ca^{2+} -зв'язуючі регіони лактальбуміну, тромбоспондину та остеонектину. Лектиноподібний домен забезпечує адгезію лейкоцитів з ендотеліальними клітинами.

4-Родина селектинів – трансмембранні білки, які отримали назву в зв'язку з наявністю в їхній структурі пектинового домену, котрий має здатність зв'язувати вуглеводні компоненти поверхонь мембран в присутності іонів кальцію. Це типові адгезивні білки з трьома характерними рисами: вони мають від 2 до 9 варіацій повторів комплементарних – регуляторних білків, домен епідермального фактора росту (ЕФР) та N-кінцевий лектиновий компонент, який необхідний для зв'язку з глікопротеїнами або гліколіпідами. Припускають, що селектинова адгезія є результатом вуглеводно-білкових взаємодій, але втрата ними вуглеводної частини не впливає на їхні адгезивні властивості. Вони зв'язуються з мембраною за допомогою фосфатидилінозитолового якоря. Різні селектини можуть розпізнавати однакові або подібні вуглеводні групи. В літературі описані три члени даної родини –Е-, Р- та L- селектини: Е-селектини – глікопротеїни з MM 115 кДа (ELAM-1); Р-селектини – глікопротеїни з MM 90 (CD62, PADGE, GMP-140); L- селектини – глікопротеїни з MM 90 (відомі як лімфоцитарні хомінгові рецептори), Le-8, Ly – 22, LAM-1, MEL-14. Ці білки є продуктами споріднених генів, але вони відрізняються за специфічністю та тканинним розподілом. Відомо, що для Е-селектинів, як і для Р-селектинів, сіалові кислоти є важливими складовими структурами. Ці селектини впізнають сіаліл – Lewis X-сахари, карбоксильний кінець яких містить сіалову кислоту, фруктозу.

5-хомінгові рецептори забезпечують транслокацію лімфоцитів до специфічної лімфоїдної та інших тканин. Вони представлені, зокрема, L-селектинами, які експресуються на лімфоцитах, нейтрофілах, моноцитах та інших мієлоїдних клітинах, опосередковують ефект нейтрофілів, що рухаються по стінках судин мікроциркулюючого русла. Цей процес розглядають як перший крок адгезії лейкоцитів з клітинами ендотелію, та накопичення їх в зоні запалення. Контррецепторну функцію для L-селектинів на високому ендотелії лімфатичних вузлів виконують сульфатовані, фукозилізовані і сіалізовані глікопротеїни.

Всі рецептори впливають на безліч важливих біологічних процесів, включаючи ріст і диференціювання клітин (рис.3).

Базальні мембрани клітин – обов'язкова, дискретна, зонішньоклітинна спеціалізована структура кожної клітини, що відокремлює одну плазматичну мембрану від іншої. Вони беруть участь в утворенні, формуванні і підтриманні архітектури тканин, служать бар'єром для макромолекул. БМ представлені електронощільними структурами шириною 20-200 нм і включають різні компоненти зонішньоклітинного матриксу (рис.4).

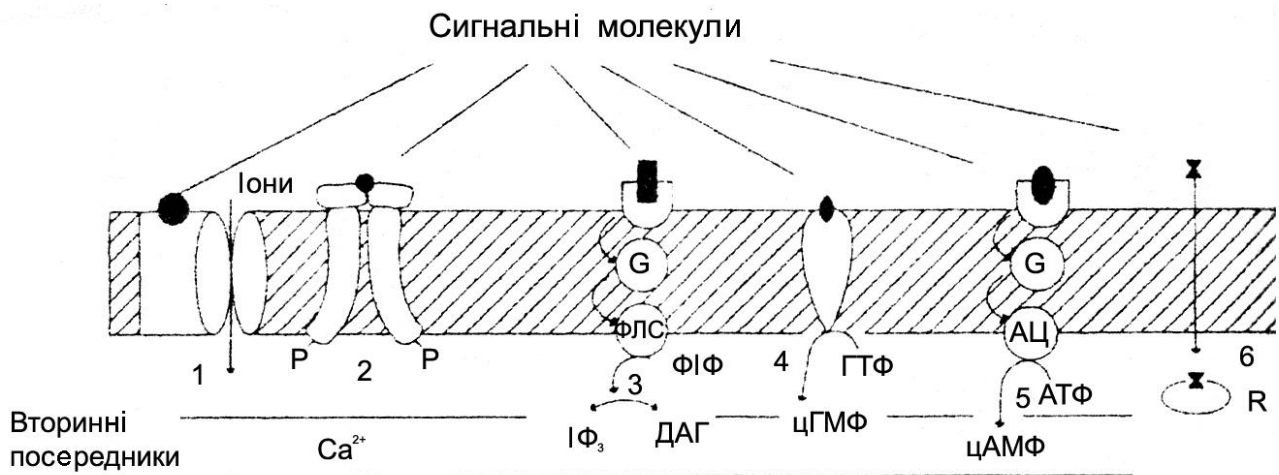


Рис.3. Участь рецепторів в трансмембранній передачі сигналів. Рецептори: 1-зв'язані з іонними каналами, (наприклад рецептор ГАМК); 2- з каталітичною активністю (рецептор інсуліну); 3- передачі сигналу на фосфоліпазу С (α -адоенорецептор); 4- з каталітичною активністю гуанілатциклази; 5-передаючі сигналів на аденілатциклазу (β -адренорецептори); 6-зв'язуючі ефектори в ядрі.

Структура БМ в різних тканинах неоднакова, навіть в одній і тій же тканині клітини можуть бути оточені різними за своїм складом БМ. За нормальних умов БМ утворюються клітинами, які контактують з різними компонентами зовнішньоклітинного матрикса.

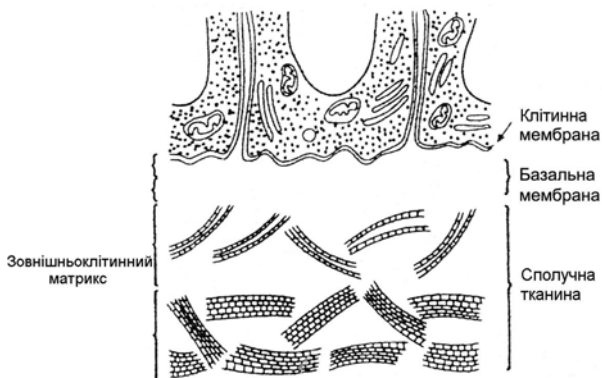


Рис. 4. Схема будови базальної мембрани

В ембріональних організмах БМ відрізняються за білковим складом від зрілих клітин, а також наявністю в них *гломерулярної базальної мембрани* (ГБМ), яка є продуктом об'єднання двох базальних мембран, створених ендотеліальними та епітеліальними клітинами і формує типову шарувату структуру.

Екстрацелюлярний матрикс є другою складовою зовнішньоклітинного матриксу. ЕЦМ утворює позаклітинне оточення у формі складної сітки зв'язаних між собою гетерогенних макромолекул. Переважно це фібрилярні білки, ковалентно зв'язані з ліпідами, полісахаридами з групи глікозаміногліканів, які є продуктами взаємодіючих клітин.

Найбільш поширеними білковими компонентами БМ і ЕЦМ є: колагени, ламінін, нідоген, фібронектин, тенасцин, тромбоспондин, фібрино-

ген, вітронектин, група інших глікопротеїнів.

Колагенів відомо біля 19 варіантів, які представлені у різних тканинах. Вони відрізняються первинною структурою α -ланцюгів потрійної спіралі. Після гідроксилювання та глікозилювання кожний α -ланцюг зв'язується з двома іншими α -ланцюгами (рис. 5).

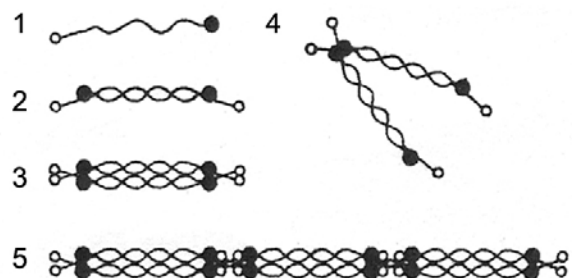


Рис. 5. Організація колагену IV типу: 1-мономер; 2-димер; 3- цілком з'єднаний тетрамер; 4-тетрамер частково з'єднаний; 5 мікрофібрили, з'єднані кінцями в кінці

Колаген IV типу – найбільш поширений гетеродимер, який забезпечує механічну стабільність ГБМ, утворюючи опорну сітку усіх БМ. Його індивідуальні мономери мають характерну форму – являють собою потрійну спіралеподібну нитку довжиною 390 нм, яка має на С-кінці глобулярний неколагеновий домен (NCI), N-кінцевий, відомий як 7S-домен. Між спіралеподібним і 7S-доменами міститься другий не колагеновий домен (NC2). Структура доменів, визначена за допомогою методів клонування і секвенування, відіграє унікальну роль в утворенні олігомерів, що включають два різні α -ланцюги [α_1 (IV)] 2 і [α_2 (IV)]1. С-кінцеві ділянки поліпептидних ланцюгів мають залишки цистеїну, які утворюють внутрішньопептидні і міжклітинні дисульфідні зв'язки клітин (рис. 6).

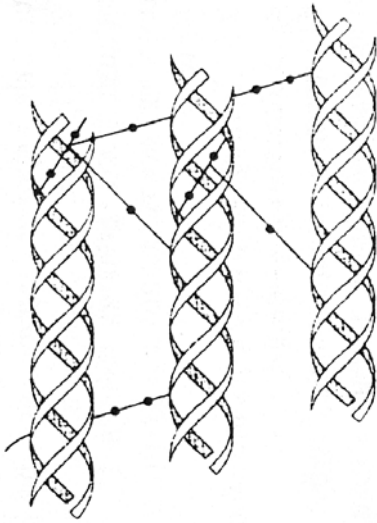


Рис.6. Внутрішньо- і міжмолекулярні поперечні зв'язки в колагені

З компонентами ЕЦМ колагени формують ниткоподібні, фібрилярні та сітчаті структури.

Протеоглікани - молекулярні структури, які є основними компонентами міжклітинного матриксу. Це одна з найбільших груп молекул ($M > 2 \cdot 10^6$ Да); вони включають, в окремих випадках, білкову (5-10%) і вуглеводну (95-90%) складові і за формою нагадують «йоржа» для миття пляшок.

Білкові мономери, які несуть велику кількість полісахаридних ланцюгів, асоційовані з стержневою молекулою *гіалуронової кислоти*.

Полісахариди, виявлені у протеогліканах, містять ацетильовані аміносахари і, відповідно, відносяться до *глікозаміногліканів*. Основною структурною одиницею різних глікозаміногліканів являється *дисахаридна ланка*, утворена *уроновими кислотами* (глюкуроною, ідуруною або галактуроною) та *N-ацетилглюкозо(галактоз)-амінів* (GlcNAc або GalNAc). Молекули глікозаміногліканів і протеогліканів беруть участь у створенні досить гідратованого глікокаліксу, в якому занурені колагенові волокна та інші фібрилярні білки.

Глікопротеїни – білки, в складі яких є олігосахаридні ланцюги значно менші за масою ніж у протеогліканів і складають більше 40% загального міжклітинного вмісту.

Відмічена наявність низькомолекулярних глікопротеїнів клітинного оточення, які формують так званий *малий матрикс*. Це надмолекулярні структури, що являються безпосередніми учасниками молекулярного механізму, за яким відбувається біологічна дія різних фізико-хімічних факторів в низьких концентраціях (10^{-14} - 10^{-19} М) і впливають на проникність та в'язкопружні властивості плазматичних мембран, синтез білків, метаболічні процеси, клітинну проліферацію та інше.

Малий матрикс в біологічних системах є матрицею для сприйняття, розповсюдження та інгібування інформаційно-регулюючих сигналів, що надходить в клітину. Його компоненти присутні як в зовнішньоклітинному просторі, так і в цитоплазмі.

Взагалі білки БМ і ЕЦМ виконують різні функції, але за адгезивними властивостям їх досить умовно поділяють на дві великі групи: білки, які сприяють *адгезії* та *антиадгезивні* білки.

До першої групи відносяться фібронектин, ламінін, нідоген, фібрилярні колагени, зокрема колаген IV типу - білки зрілої сполучної тканини.

Фібронектин – ключовий білок міжклітинного матриксу, не колагеновий структурний глікопротеїн, який синтезується і виділяється в міжклітинний простір різними клітинами. Поліпептидний ланцюг його містить 7-8 доменів, кожен з яких містить центри зв'язування з різними лігандами: з колагеном, протеогліканами, глюкуроною кислотою, вуглеводами плазматичних мембран, гепарином, трансглутаміназою.

Ламінін – найбільш поширений неколагеновий глікопротеїн БМ. Він складається з трьох ланцюгів: А, В₁ і В₂, які хрестоподібно (з трьома одноланцюговими й одною триланцюговою гілками), розташованих в його молекулі. Кожний ланцюг містить декілька глобулярних і стрижневий доменів, центри зв'язування з компонентами БМ, зокрема з колагеном IV типу нідогеном, фібронектином та з іншими центрами клітин.

Нідоген – сульфатований глікопротеїн БМ, утворює з ламініном щільний комплекс. Він включає один поліпептидний ланцюг, який має три глобулярні домени і може виступати в якості містка поміж різними компонентами міжклітинного матриксу.

До другої групи віднесені такі глікопротеїни як остеонектин, тенасцин та тромбоспондин – ці білки відіграють важливу роль в ембріо- та морфогенезі, розвитку клітинної відповіді на пошкодження. Їх концентрація підвищується за деяких пухлинних захворювань.

Остеонектин, БМ, SPARS (secreted protein acidic and rich in cysteine) – кислий білок, багатий цистеїном має чотири домени, два з яких можуть зв'язувати Ca^{2+} . Може інгібувати G₁-S фазу росту ендотеліальних клітин.

Тенасцин – олігомерний білок, подібно фібронектину, має 2 субодиниці, з'єднані дисульфідним зв'язком і також має 6 розгалужених гілок, що відходять радіально від однієї ділянки, може взаємодіяти з великою кількістю лігандів. Тенасцин не є абсолютним антиадгезивним білком, а виявляє й адгезивні властивості.

Тромбоспондин – також може взаємодіяти з великою кількістю лігандів, міжклітинного мат-

риксу, в тому числі з Ca^{2+} . В клітинах рогівки ока він виявляє адгезивні властивості.

Білкові елементи трансмембранних і зовнішньоклітинних складових формують три основні функціональні категорії морфологічної міжклітинної організації молекулярних структур в місцях взаємодії плазматичних мембран. Форма міжклітинних контактів визначає проникність мембран для води, іонів, макромолекул і клітин.

Висока і вибіркова проникність мембран в місцях контактів безпосередньо забезпечує біохімічну регуляцію, інтеграцію зовнішньо- і внутрішньоклітинного середовища взаємодіючих клітин.

Складові компоненти взаємодіючих клітин утворюють міжклітинні структури:

1- тісні (замикаючі) контакти, які зв'язують клітини не лише механічно, але слугують високоселективним бар'єром між ними;

2- проміжні адгезивні контакти – механічно скріплюють клітини між собою за допомогою утворення різних форм молекулярних – десмосомальних структур (оперізуючих, крапкових десмосом і напівдесмосом);

3- щільні (комунікаційні, провідні-синаптичні) контакти, крізь які можуть проникати окремі молекули і регуляторні сигнали між контактуючими клітинами. При щільних взаємодіях клітин в ділянках контакту, протяжністю 0,5 – 3 мкм, плазматичні мембрани роз'єднані проміжком 2-4 нм з помірною електронною щільністю. В таких з'єднаннях в ділянках щільного міжклітинного контакту виявлені політопні інтегральні білки коннексони. Коннексони чотири рази перетинають плазматичну мембрану, мають 2 зонішньоклітинні петлі (EL-1 і EL-2), цитоплазматичні домени, які включають N- і C-кінці. Ці трансмембранні білки циліндричної форми, по 6 субодиниць (з ММ 26-54 кДа) вихо-

дять з плазматичних мембран в міжклітинний матрикс контактуючих клітин, утворюють структури з назвою напівконнексони. Два напівконнексони взаємодіючих клітин в міжмембранному просторі формують канал з ефективним діаметром отвору 1,5 нм. Провідність цього каналу дозволяє перехід з цитоплазми однієї клітини або з міжклітинного простору в цитоплазму іншої клітини невеликим за розмірами молекулам (з ММ 1,0-1,5 кДа), забезпечуючи електричне і метаболічне спряження взаємодіючих клітин. Коннексони присутні, практично, в усіх клітинах, є нестабільними білками, які функціонують декілька годин. При об'єднанні шести коннексонів двох типів може утворюватися 14 варіантів їх структур, з яких може формуватися 142-192 різних варіантів каналів.

Короткодійчі регуляторні компоненти. З'ясуванню регуляторних механізмів міжклітинної взаємодії в значній мірі сприяли результати досліджень, в яких доведено існування низькомолекулярних сполук з короткодистанційною дією – регуляторних локальнодіючих компонентів міжклітинного матриксу – аутокоїдів. Це окислені метаболіти арахідонової кислоти, зокрема простагландини і ліпопероксидні сполуки, цитокіни, фактори росту, онкогени, продукти протеолізу місцевих аутокринних і паракринних систем (ангіотензин II, ендотелін, брадікіїн, аденозин) та оксид азоту.

Серед зазначених сполук самостійний клас складають цитокіни, фактори росту та онкогени, які є високопотентними білками (в окремих випадках є активними в наномолярних концентраціях) і виявляють широкий спектр біологічних ефектів. Вони, як і адгезивні рецептори клітин та інші молекули зовнішньоклітинного матриксу, забезпечують міжклітинну і інформаційну взаємодію..

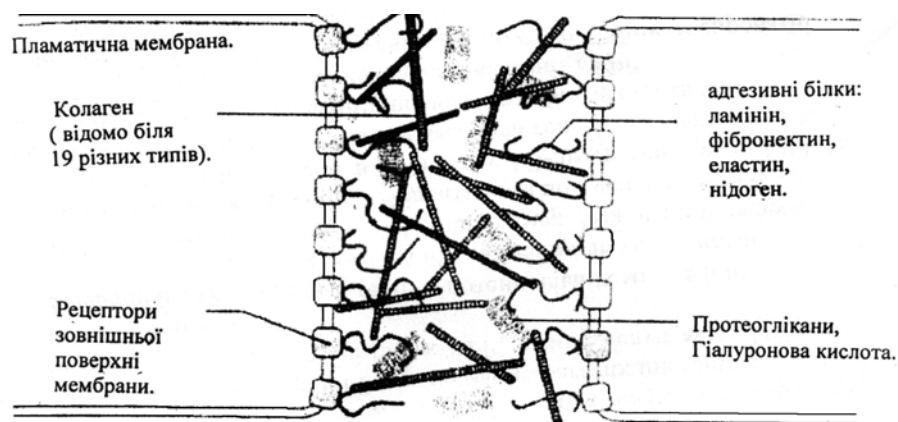


Рис. 7. Схематичне розташування молекулярних структур міжклітинного матриксу

Цитокіни – низькомолекулярні, високопотентні сигнальні поліпептиди, синтез яких індукється процесами адгезії клітин неспеціалізованих

тканин. Вони не виявляють ферментативної активності. В даний час описано біля 20 їх активних форм, що віднесені до так званого четверто-

го класу сигнальних сполук з ММ 10-45 кДа. Більшість з цитокінів виявляють широкий спектр біохімічної дії на різні клітини. Ті з них, які продукуються лімфоцитами і моноцитами отримали назву «лімфокіни» і «монокіни». Був навіть зроблений висновок, що лейкоцити є основними їх продуцентами і основними клітинами-мішенями. Пізніше було встановлено, що ці сполуки синтезуються і іншими типами клітин та формують сітку комунікаційних сигналів між клітинами імунної системи та клітинами різних органів і тканин. В зв'язку з цим вони отримали назву інтерлейкіни (ІЛ). Їх визначають як запальні і протизапальні, стимулюючі ріст і диференціювання лімфоцитів та клітин різних тканин, гемопоетичні, колонієстимулюючі та стимулюючі ріст мезенхімальних клітин фактори. ІЛ діють в мембрано-асоційованій, або в дифузній формі, зв'язаній з рецепторами різної локалізації: за інтракринним механізмом (рецептори локалізовані в цитоплазмі клітин-продуцентів, в тому числі в ядрі), за аутокринним – рецептори локалізовані в цитоплазмі або в плазматичних мембранах клітин-продуцентів (рис. 8); за паракринним – рецептори локалізовані на плазматичних мембранах сусідніх клітин в межах тканинних клітин-продуцентів) та за ендокринним – регуляторні фактори транслюкуються током крові з тканинних клітин-продуцентів до різних органів, подібно до гормонів. ІЛ притаманний широкий діапазон біологічної дії: стимулюють або інгібують мітогенез, хемотаксис і диференціювання клітин.

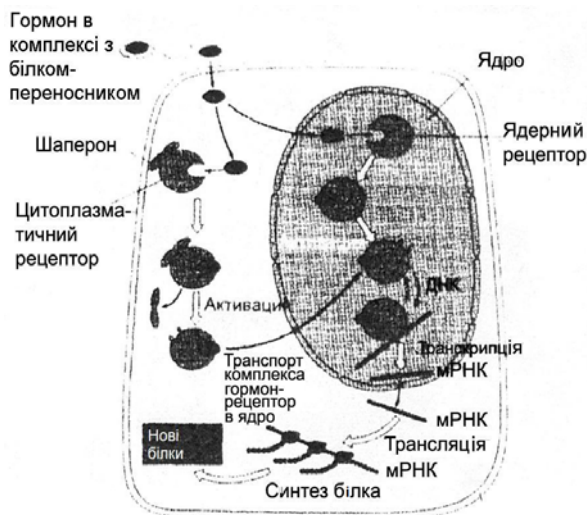


Рис. 8. Передача сигналу на внутрішньоклітинні рецептори

Слід відзначити, що оскільки регулюючі фактори з ендокринним механізмом дії виділяються з продукуючих клітин у кров де розводяться до концентрації 10^{-8} моль/л, вони взаємодіють з високою селективністю з рецепторами на клітинах-

мішенях в низьких концентраціях. Регулюючі фактори, що не транслюються з клітин-продуцентів і на короткому шляху до рецепторів (у нейромедіаторів до постсинаптичної мембрани до 100 нм), майже не розбавляються, їх діюча концентрація дорівнює 10^{-4} моль/л, взаємодіють з рецепторами нижчої спорідненості порівняно з ендокринним механізмом.

Фактори росту (ФР) – високопотентні поліпептиди неспеціалізованих клітин в різних тканинах з ММ 5-50 кДа, які, подібно до цитокінів, беруть участь у формуванні зовнішньоклітинного матриксу і виконують важливу інформаційну функцію.

До факторів росту відносять епідермальний фактор росту (ЕФР), тромбоцитарний фактор росту (ТцФР), фактор росту нервових клітин (ФРН), гепаринзв'язуючий фактор росту (ФРФ), інсуліноподібні фактори (ІПФР) та інші, кількість яких з часом збільшується. Більшість факторів росту структурно подібні і окремі з них можуть бути об'єднані в родини. До таких відносяться ІПФР, ФРФ, ТцФР, ЕФР, ТФР_β. Інші відомі фактори росту поки не віднесені до відповідних родин і мало відомо що до місць їх синтезу та біохімічних механізмів дії.

ФР мають однакові місця локалізації з іншими регуляторами. Вони складають групу трофічних регуляторних сполук, які подібно до гормонів, виявляють широкий діапазон біологічної дії за аутокринним, паракринним та ендокринним механізмами: регулюють мітогенез, хемотаксис, ріст клітин та клітинний цикл. Окремі з них можуть виявляти стимулюючий метаболічний ефект в одних типах клітин й інгібувальний в інших типах клітин. ФР в живих клітинах зв'язуються з рецепторами клітини:

А- на поверхні мембрани і ФР викликають фосфорилування білків або безпосередньо при взаємодії з рецепторами, які виявляють тир-ПК-азну активність, (ІФР-1, ІФР-2, інсулін) або за рахунок включення аденілатциклазного чи фосфоліпазного каскадів та активації відповідних протеїназ. Фосфорильовані білки активують транскрипційні фактори, що індукують синтез нових мРНК і білків.

Б- в клітині ФР в комплексі з внутрішньоклітинними рецепторами транслюються в ядро, індукують транскрипцію генів, стимулюють ріст клітин.

Гени, які кодують ФР (І), білки рецептори (ІІ), трансдуктори сигналів (ІІІ) та транскрипційні фактори (ІV) називають протоонкогенами. При зміні структури І, ІІ, ІІІ, ІV протоонкогени стають онкогенами і викликають аномальний ріст. 1- G-білок, 2-ферменти, які синтезують вторинні месенджери: аденілат-, гуанілатциклаза, фосфоліпаза

С (рис.9). З іншого боку, поліпептиди ФР, які індукують диференціювання і зупиняють проліферацію, наприклад, лейкозних клітин, стимулюють ріст недиференційованих ембріональних

клітин. Відмічена помітна гомологія між пептидами ФР, їх рецепторами (рФР), вірусними і цитоплазматичними онкогенами.

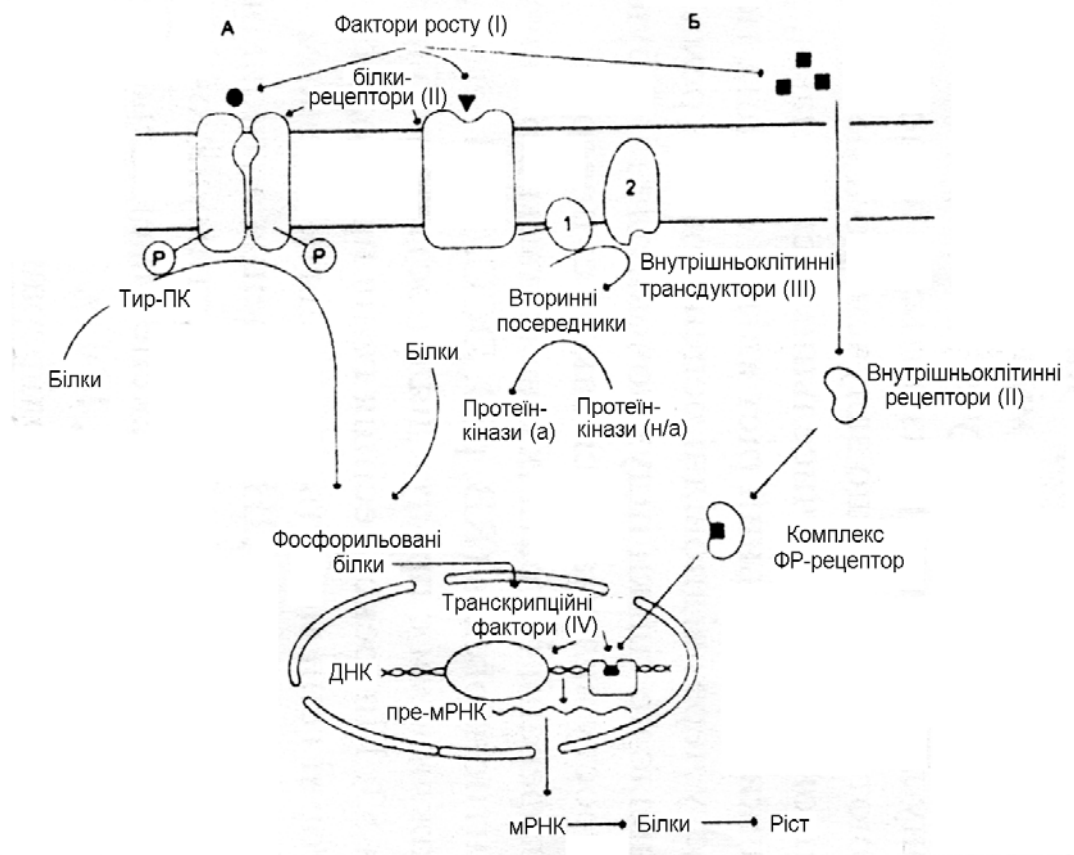


Рис. 9. Дія факторів росту на клітину

Таким чином регуляція клітинного циклу відбувається під дією різних факторів росту і цитокінів. Одним з основних підходів до розуміння генетичних основ проліферації є ідентифікація генів, чутливих до ФР.

Онкогени. Встановлено, що клітинна проліферація контролюється головним чином *протоонкогенами*, оскільки зміни їх експресії або активності, викликані мутаціями, транслокаціями і ампліфікацією, призводять до змін клітинного росту. До групи протоонкогенів входять гени, які кодують білки, що відіграють центральну роль в регулюванні процесів росту та розвитку організмів. Під впливом окремих фізико-хімічних факторів та вірусів протоонкогени здатні трансформуватися в онкогени і кодувати синтез онкобілків, які призводять до зміни сигналів регулювання процесів клітинного росту.

Більше 50% вірусних онкогенів кодують тирозинові протеїнкінази, а останні містять інформацію про різні функціонально активні білки: ФР, їх рецептори, ДНК- та ГТФ-зв'язуючі білки (рис. 9).

Процес розпочинається з дії на клітини ФР, які в живих клітинах зв'язуються з рецепторами: А - на поверхні мембран з рецепторами, які виявля-

ють тир-ПК-азну активність, (Іфр-1, ІФР-2, інсулін), а також за рахунок включення аденілатциклазного чи фосфоінозитольного каскадів та активації відповідних протеїнкіназ. Фосфорильовані білки активують транскрипційні фактори, що індукують синтез нових мРНК і білків.

Б - в клітині ФР в комплексі з внутрішньоклітинними рецепторами транслокуються в ядро, індукують транскрипцію генів, стимулюють ріст клітин. Гени, які кодують ФР (I), білки рецептори (II), трансдуктори сигналів (III) та транскрипційні фактори (IV) називають протоонкогенами. При зміні структури I, II, III, IV протоонкогени стають онкогенами і викликають аномальний ріст.

1-G білок: 2-ферменти, які синтезують вторинні посередники: аденілат-, гуанілатциклази, фосфоліпаза С.

За принципом взаємовідношення онкогенів і факторів росту визначають чотири групи онкогенів:

1 - фактори росту - v-sis ідентичні β -ланцюгу тромбоцитарного фактора росту, int-2 і k-fgf-hst - представники родини гепаринзв'язуючих факторів росту;

2 - рецептори факторів росту - c-erb, neu-erbB-2 (гомологи рецептору для епідермального фак-

тору росту), c-fms (кодує рецептор колонієстимулюючого фактора (КСФ-1)).

3 - трансдуктори - ГТФ-зв'язуючі білки і білки з тирозинкіназною активністю. Серед - ГТФ-зв'язуючих білків виділяють родину Ras, яка є однією з найбільш важливих серед родини онкогенів, що виникла в результаті крапкової мутації і включає H-, K- і N-форми. Нормальні білки p21-ras завжди з'єднуються через ліпіди з внутрішньою поверхністю плазматичних мембран і можуть виступати, подібно G-білку, в ролі трансдуктора. Блокада gas-функції білків призводить до інгібування проліферативної відповіді на ряд мітогенів.

4-онкогени, які мають ядерну локалізацію, зв'язуються з відповідною послідовністю ДНК та регулюються генами, що залучені до їх реплікації і клітинного поділу за участю багатьох сигналів, зокрема вторинних посередників.

В клітинах пухлин підвищується секреція деяких гормонів та ФР, що значно прискорює аномальний ріст клітин в результаті переходу їх на паракринний або аутокринний механізм регулювання. За аутокринним механізмом клітини пухлин синтезують ФР, їх рФР або онкобілки, що є аналогами нормальних ФР та рФР. Виділяють також групу трансдукторів; це ГТР-зв'язуючі білків і білки з тирозинкіназною активністю. Гени фосфоліпази C можуть продукувати подвійний мутагенний сигнал - підвищення внутрішньоклітинної концентрації Ca^{2+} і активацію протеїнкі-

нази C, які розглядаються як кандидати на роль онкогенів.

В клітинах пухлин порушується міжклітинна взаємодія. Однією з основних причин і наслідків цього є геномні і/або епігеномні перебудови клітин що призводять до змін структури і функції міжклітинного матриксу, який постійно змінюється під час пухлинної прогресії. Автономність пухлин досягає максимуму на стадії метастазування. За цих умов пухлинні клітини, рухаючись, потрапляють до кровоносної системи і в комплексі з тромбоцитами, факторами мігрування, фрагментами міжклітинного матриксу, які маскують їх від імунологічного нагляду, транслюються до органу-мішені, де прикріплюються до БМ сусідніх клітин. ДНК- репарації.

Важливу роль в канцерогенезі відіграють спадкові зміни в геномі, нестабільності хромосомної ДНК, яка може бути зв'язана з дефектом ферментів репарації. Має місце синтез, а інколи і секреції в кров ембріональних білків та антигенів, зокрема α -фетопротейну, карціоємбріонального антигену та інших. В ембріональних тканинах з'являється характерний для них високоактивний фермент теломераза, який модифікує кінці хромосом – теломерів. В пухлинних і ембріональних тканинах теломераза добуває високо консервативні повтори хромосом в результаті чого припиняється старіння клітин і вони стають безсмертними (рис.10).

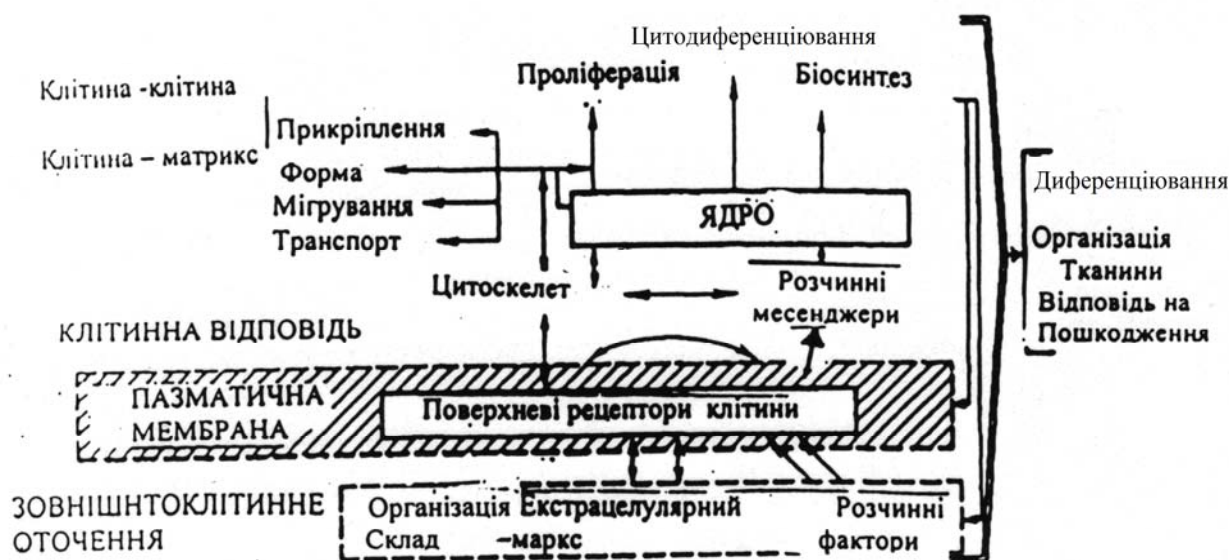


Рис. 10. Внутрішньо-і зовнішньоклітинні функціонально-біохімічні взаємозв'язки

У регулювання нормального клітинного росту включаються гени, білкові продукти яких стимулюють реплікативний потенціал клітин і запобігають розвитку пухлин. Ці гени отримали назву *гени-супресори* (антионкогени) клітинної проліферації. Відсутність антионкогенів призводить

до порушення контролю проліферації клітин та до розвитку пухлин. Супресорні онкогени можуть взаємодіяти з деякими вірусними онкогенами, що локалізуються в ДНК.

Серед ранніх ріст-регулюючих генів є декілька протоонкогенів: c-myc, c-fos, c-jun. Останні

два є транскрипційними факторами, які відіграють важливу роль в підвищенні рівня мРНК в періоді S...G₁ та в середині фази G₁- S. Пізні ріст-регулюючі гени включаються в період фази S до мітозу і виявляють не тільки індукуючу, але й інгібуючу дію на поділ клітин.

Заключення. Підсумовуючий аналіз високо- і низькомолекулярних рецепторів, компонентів міжклітинного матриксу - глікопротеїнів (протеогліканів), які є продуктами взаємодіючих клітин, а також складових цитоскелету, свідчить, що ці структури, формують міжклітинний матрикс, забезпечують контактну і регулюючу взаємодію клітин та реалізацію окремих функцій тканин. Рецептори та ліганди визначають сумарну фізико-хімічну спорідненість міжклітинних взаємодій та їх регуляторну функцію.

Вирішальне значення міжклітинний матрикс має в регулюванні біохімії морфогенезу тканин, спрямованої міграції клітин, явищ росту і розвитку - поділу і диференціювання клітин (рис. 11). Пізнання процесів міжклітинної взаємодії, структури міжклітинного матриксу, регулювання процесів проліферації, морфогенезу та змін метаболізму допоможе розкрити механізми розвит-

ку багатьох патологічних процесів з принципово нових позицій.

Список літератури:

1. Адгезивные свойства биологических мембран и возможности фармакологических воздействий через изменение этих свойств. // Действие физиологически активных соединений на биологические мембраны. (Коллективная монография под ред Л.А. Пирузяна.).-М.«Наука» 1974.-С 142-171
2. Евдокимова Н.Ю. Гіалуринова кислота рецептор СД44 та їхня роль в ускладненні цукрового діабету.-УБЖ.-2008.-80.-С. 5-44.
3. Жерносеков Д.Д. Білки клітинної адгезії нервової тканини під час нормального розвитку та при патології. // Дніпропетровськ, Вид. Дніпропетровського університету.-1998.-80 с.
4. Жерносеков Д.Д. Роль адгезивних білків у процесі нормального і патологічного тромбоутворення // Лабораторна діагностика.-2(40).-2007.-С.72-76.
5. Пальцев М.А., Иванов А.А., Северин Е.С. Межклеточные взаимодействия // М, Медицина.-2003.-288 с.
6. Пальцев М.А., Иванов А.А. Межклеточные взаимодействия. // М.- Медицина.-1995.- 224 с.
7. Северин Е.С. Биохимия. // М. Издат. Дом ГЭОТАР-МЕД.- 2007.-С 687-747.

INTRACELLULAR MATRIX BIOCHEMISTRY

M.D. KURSKIY, M.M. MARCHENKO, O.M. KORZHENKO

The biochemical data regarding protein structures of intercellular matrix were summed up and analyzed. The matrix includes five families of transmembrane proteins, proteins of basal membranes and extracellular matrix. The low-molecular protein elements of the intercellular matrix (integrins, growth factors, oncogenes) which regulate metabolism and function of tissue-generating cells were summed up.

Key words: extracellular matrix, adhesion receptors, growth factors, cytokines, oncogenes.

Одержано редколлегією 05.11.2010

ЦИТО- І ГЕНОТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ КОЛОЇДНИХ НАНОПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ Ag ТА Au НА ПЕРВИННІ КУЛЬТУРИ КЛІТИН

I.O. Шмараков¹, М.М. Марченко¹, Ю.П. Муха²,
Г.Р. Яшан², Н.П. Смірнова², Г.М.Єременко²

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012, igor.shmarakov@gmail.com

²Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України,
вул. Генерала Наумова, 17, м. Київ, 03164

В роботі проведено оцінку цито- і генотоксичності моно- та біметалічних наночастинок на основі Ag та Au на первинні культури лімфоцитів, гепатоцитів та клітин карциноми Герена *in vitro*. Високі показники ЛДГ-«витоку» та накопичення ТБК-активних продуктів поряд з низьким рівнем окислювальної деструкції білків та збереженням інтактності ядерної ДНК (переважання комет C₀-C₂) у початкові періоди кокультивування засвідчили, що первинним механізмом виявленої цитотоксичності є порушення структурно-функціональної цілісності мембранних структур клітин. При подальшому культивуванні (48 год) у нормальних клітинах (лімфоцити, гепатоцити), одночасно зі збереженням рівня метаболічної активності, спостерігається відновлення досліджуваних показників до контрольного рівня, тоді як у клітинах карциноми Герена виявляються ознаки розвитку оксидативного стресу, виражені у зростанні ТБК-активних продуктів, карбонільних похідних білків, пошкодженні ядерної ДНК (переважання комет C₃-C₄, I_{ок}=3,2) та зниженні метаболічної активності.

Ключові слова: наночастинок Ag і Au, цитотоксичність, окислювальна модифікація білків, ТБК-активні продукти, генотоксичність.

Вступ. Перспективним напрямком сучасної біологічної науки виявляється застосування нанорозмірних препаратів на основі золота і срібла, що поширюється від візуалізації клітинних структур до створення векторних систем доставки лікарських препаратів (Dykman, Bogatyrev, 2007;). Водночас, це потребує знання молекулярних механізмів, які лежать в основі їх метаболічної активності, біодоступності та можливого токсичного впливу на біологічні системи (El-Ansary, Al-Daihan, 2009; Durnev, 2008).

Мета роботи – провести скринінгову оцінку цито- і генотоксичності моно- та біметалічних наночастинок на основі Ag та Au (НЧAg, НЧAu, НЧAg/Au) на первинні культури лімфоцитів, гепатоцитів та клітин карциноми Герена *in vitro*.

Об'єкт і методи. В експерименті використані колоїдні розчини наночастинок срібла (НЧAg) розміром 5-15 нм, золота (НЧAu) розміром 10-20 нм та біметалічні наночастинок Ag/Au розміром 5-20 нм. Наночастинок срібла та золота в колоїдному розчині отримували шляхом хімічного відновлення з нітрату срібла та тетрахлорауратної кислоти відповідно в присутності тетрагідроборату натрію. Як стабілізатор НЧ використаний додецилсульфат натрію (ДСН) у співвідношенні 15:1 відносно металу. Порошки стабілізаторів розчиняли у воді, додаючи у реакційну суміш речовину металу, загальна концентрація якого складала 5·10⁻⁴ моль/л. у випадку біметалічної композиції співвідношення Ag до Au було 1:1. NaBH₄ додавали в кількості 0,00227 г (10:1), і

суміш інтенсивно перемішували протягом 30 хвилин. Спектри поглинання розчинів реєстрували в УФ- та видимій області за допомогою спектрофотометра Perkin-Elmer Lambda 35 в кварцевих кюветах довжиною 1 см в діапазоні довжин хвиль 200 – 1000 нм. Електронно-мікроскопічні зображення колоїдів металів фіксували за допомогою пропускаючого електронного мікроскопу (ПЕМ) JOEL JEM-100C з прискорюючою напругою 100 кВ. Для розрахунку розподілу частинок за розмірами використовували програму ImageJ (Рис. 1.).

Оцінку цито- і генотоксичного впливу наночастинок проводили після їх кокультивування з первинними культурами лімфоцитів, гепатоцитів та клітин карциноми Герена. Лімфоцити виділяли за стандартним методом (Клаус, 1990). Гепатоцити отримували шляхом колагеназної *in situ* перфузії печінки за раніше описаним методом (Shmarakov et al., 2010). Виділення клітин карциноми Герена (штам люб'язно надано Інститутом експериментальної патології, онкології та радіобіології імені Р.Є. Кавецького НАН України) проводили шляхом дезінтеграції пухлинної тканини, обробляючи її 0,25% розчином трипсину та пропускаючи через 100 μм фільтр. Отримані клітини вносили в культуральне середовище ДМЕМ і визначали їх життєздатність тестом з трипановим синім, яка складала 93 – 95 %. Отримані клітинні препарати інкубували у середовищі ДМЕМ, яке містило 10% ембріональну телячу сироватку та антибіотики (пеніцилін,.

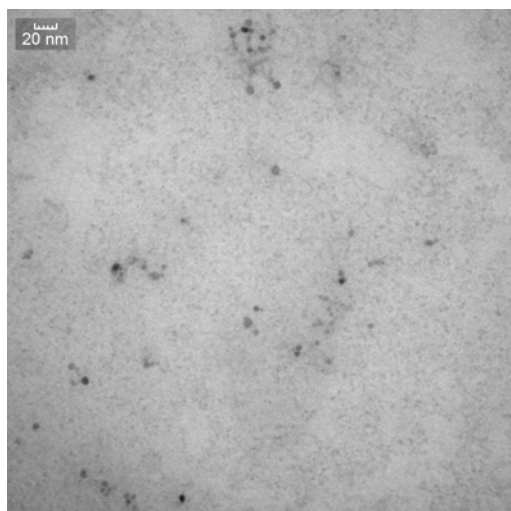
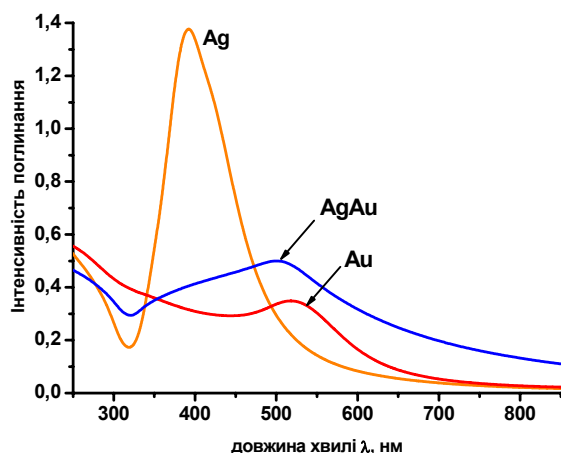


Рис. 1. Спектри поглинання колоїдних розчинів наночастинок (А) та ПЕМ НЧ Ag в колоїдному розчині (Б), стабілізованих ДСН

стрептоміцин, 1:1, 5 г/л), у кількості $5 \cdot 10^5$ кл/мл протягом 24 годин в стерильних плоскодонних плашках при температурі 37°C , після чого вносили наночастинок Au, Ag і нанокмполіт Au/Ag та проводили їх кокультування з клітинами в часовому діапазоні 6-24-48 год (Freshney, 2000). Цитотоксичність оцінювали на основі рівня життєздатних клітин після кокультування з наночастинами в тестах з трипановим синім, МТТ, ЛДГ-«витоку» (Marquis et al., 2009). Оцінку ступеня деструкції біомакромолекул проводили шляхом визначення вмісту продуктів пероксидації ліпідів (ТБК-активних продуктів) та окислювальних модифікації білків (карбонільних похідних). Визначення вмісту ТБК-активних продуктів визначали за реакцією з тіобарбітуровою кислотою (Гаврилов и др., 1987), вміст карбонільних похідних (нмоль/мг білка) визначали за реакцією з 2,4-динітрофеніл-гідразином (Дубинина и др., 1995). Статистичну достовірність отриманих даних оцінювали за допомогою *t*-критерію Стьюдента. Різницї вважали достовірними при $p < 0,05$.

Оцінку генотоксичного впливу досліджуваних наночастинок проводили методом «ДНК-комет» за раніше описаним методом (Марченко та ін., 2009). Отримані комети фотографували при збільшенні X400 з використанням CCD-камери та аналізували зображення за допомогою програми *TriTek CometScore™*. Проводили визначення параметрів: довжина комети (total length), довжина «хвоста» (tail length), діаметр «голови» (head diameter), відсотковий вміст ДНК в голові чи хвості (tail DNA%, head DNA%). Для максимально об'єктивної оцінки пошкодженості ДНК розраховували показник «моменту хвоста» (tail moment) як добуток параметрів довжини «хвоста» (tail length) і відсоткового вмісту ДНК у «хвості» (tail DNA%) поділений на 100%. Комети

поділяли на 5 класів залежно від % ДНК у «хвості» комети. Статистичну оцінку результатів проводили шляхом порівняння середньогрупових показників пошкодженості ДНК в дослідній і контрольній групах з використанням непараметричного критерію Даннета («% ДНК у хвості», «довжина хвоста», «момент хвоста») та критерія Краскала-Уоліса (індекс «ДНК-комет»).

Результати та їх обговорення. Кокультування НЧ золота і срібла з первинною культурою клітин в часовому інтервалі 6-24-48 годин, зумовлювало зниження % життєздатних клітин всіх типів. На початкових етапах кокультування досліджуваних наночастинок рівень життєздатних клітин за тестом з трипановим синім варіював від 40 % (для лімфоцитів) до 55 % (для гепатоцитів та клітин карциноми Герена) (Рис. 2).

Виявлені зміни можна розглядати як наслідок прямого впливу досліджуваних НЧ на клітинні структури, у першу чергу на плазматичну мембрану, що призводить до порушення її цілісності. Висловлене припущення підтверджується зростанням величини ЛДГ-«витоку» (Рис. 3.), як показника інтактності цитоплазматичної мембрани (Marquis et al., 2009). Виявлені зміни, які вказують на порушення цілісності цитоплазматичної мембрани узгоджуються з даними літератури, де вказується, що одним з механізмів цитотоксичного впливу наночастинок є порушення проникливості клітинної мембрани внаслідок прямого пошкодження її компонентів при ендоцитозі НЧ та їх асоціації з білками, а також порушення роботи іонних каналів (особливо Na^+/K^+ АТФ-ази). (Hussain et al., 2005).

Відсутність зниження рівня метаболічної активності клітин, встановлене на основі МТТ-тесту, вказує, що деструктивні зміни в клітинах на даному етапі кокультування виникають в

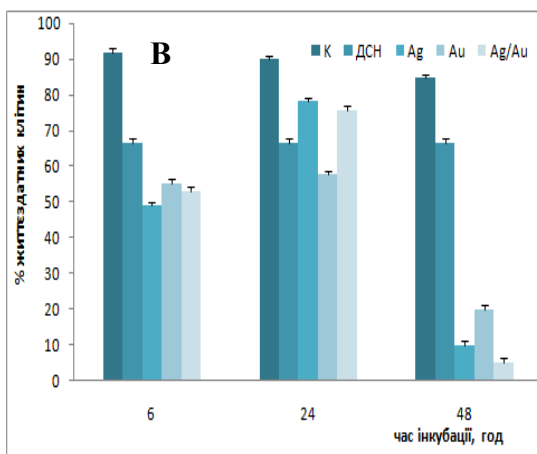
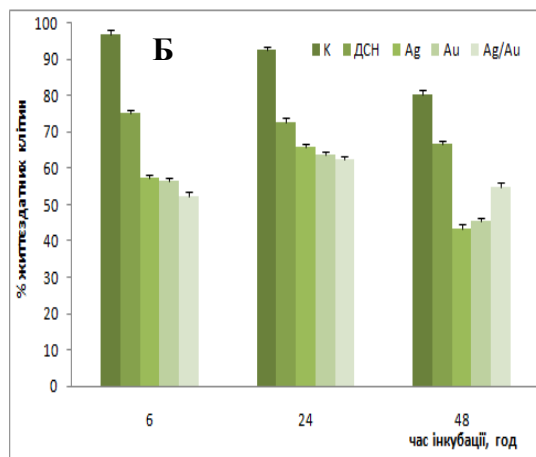
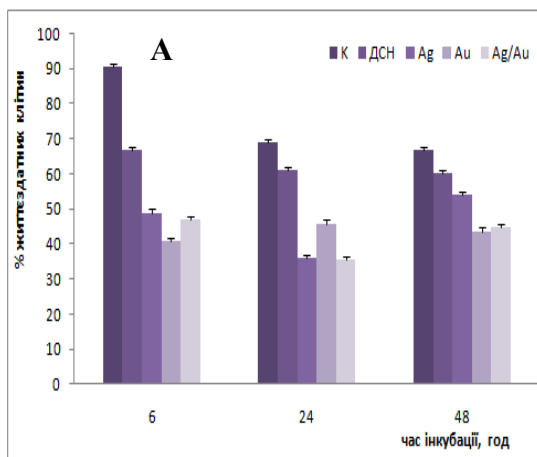


Рис. 2. Цитотоксичність наночастинок Ag, Au і нанокмполиту Ag/Au, стабілізованих ДСН, щодо первинної культури лімфоцитів (А), гепатоцитів (Б) та клітин карциноми Герена (В).

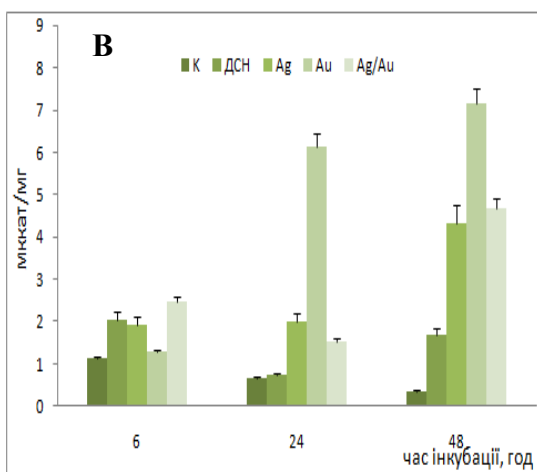
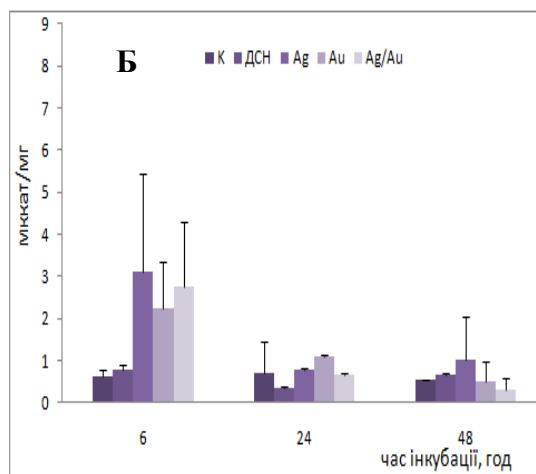
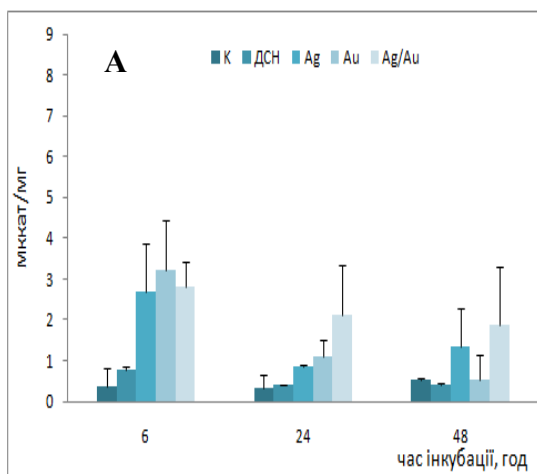


Рис.3. ЛДГ-«витік» первинної культури лімфоцитів (А), гепатоцитів (Б) та клітин карциноми Герена (В) в умовах кокультування з наночастинок Ag, Au і нанокмполитом Ag/Au.

місцях прямого контакту НЧ з клітинними структурами, не впливаючи на інтактність внутрішньоклітинних структур. Водночас, для лімфоцитів та клітин карциноми Герена нами було встановлено зростання їх метаболічної активності, коли загальна активність дегідрогеназних систем зростала у 1,5 – 2 (для клітин карциноми Герена) та 2 – 2,5 рази (для лімфоцитів) (Рис. 4.). Водночас, показники цитотоксичності різних типів НЧ щодо визначених типів клітин на цьому етапі культивування суттєво не відрізнялись і різниця не перевищувала 5 %, що вказувало на можливий єдиний спільний механізм пошкоджуючого впливу, мало залежний від особливостей фізико-хімічних параметрів досліджуваних НЧ.

При подальшому культивуванні виявлені деструктивні зміни поглиблювались, при цьому найвищий цитотоксичний ефект виявлявся щодо клітин карциноми Герена, де відсоток життєздатних клітин знижувався до 25 – 30 % на 24 години та не перевищував 20 % на 48 годину інкубації. На противагу цьому в меншій мірі цитотоксичність виявлялася щодо лімфоцитів та гепатоцитів, де відсоток життєздатних клітин складав

50 та 35 % відповідно. Посилення прямого пошкоджуючого впливу підтверджується також зростанням величини ЛДГ-«витоку», особливо у випадку клітин карциноми Герена, де на 48 годину лактатдегідрогеназна активність у позаклітинному просторі складала від 4 до 7 мккат/мг залежно від типу НЧ (Рис. 3.). Клітинні популяції з відносно вищим рівнем життєздатних клітин характеризувалися і невисокими показниками пошкодженості плазматичної мембрани, які не перевищували 2 мккат/мг для лімфоцитів та 1 мккат/мг для гепатоцитів (Рис. 3.). Водночас, на термінальних етапах експерименту метаболічна активність клітин карциноми Герена знижується до 60 %, тоді як активність клітинних дегідрогеназних систем лімфоцитів та гепатоцитів статистично не відрізняється від контрольних показників (Рис. 4.). У відносно віддалені періоди культивування ступінь цитотоксичного ефекту відрізнявся не лише щодо різних типів клітин, а залежав також від типу досліджуваних наночастинок, що вказує на визначальну роль фізико-хімічних параметрів НЧ після потрапляння всередину клітини.

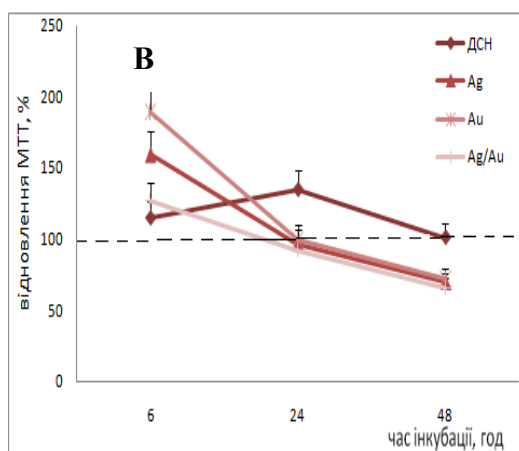
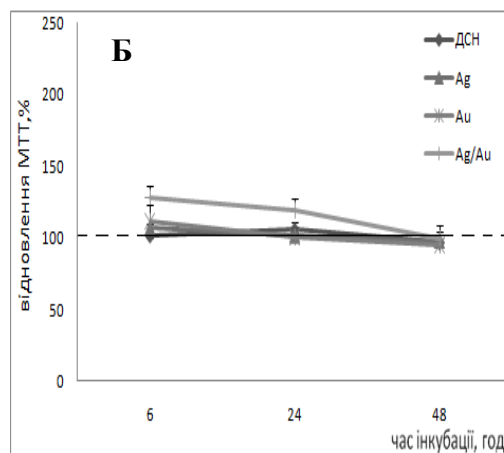
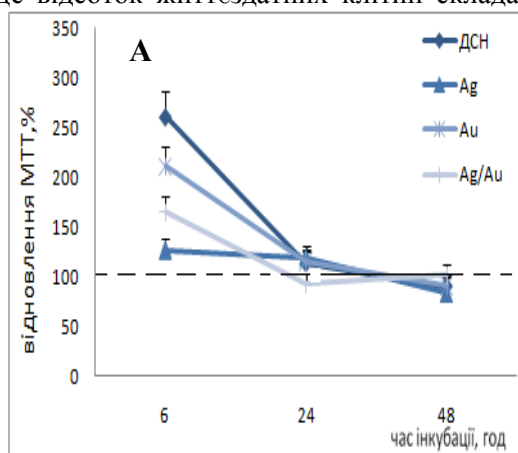


Рис. 4. Рівень відновлення МТТ (% від контролю) первинною культурою лімфоцитів (А), гепатоцитів (Б), та клітин карциноми Герена (В) у присутності наночастинок Ag, Au і нанокмпозиту Ag/Au.

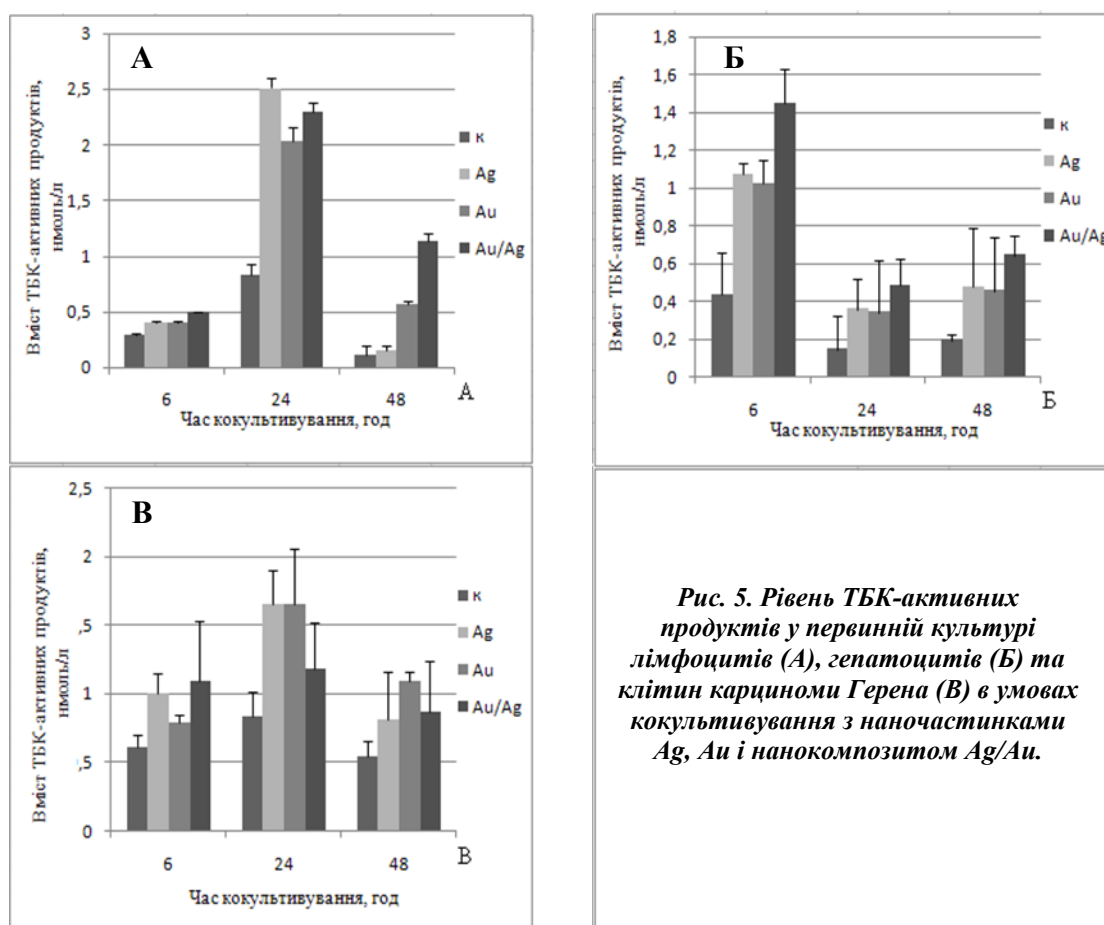
З метою з'ясування молекулярних механізмів деструктивного впливу НЧ на досліджувані клітинні культури нами було проведено оцінку пошкодженості клітинних біомакромолекул. Відомо, що біохімічні механізми реалізації цитотоксичних ефектів нанобіопрепаратів включають такі етапи як порушен-

ня структурної цілісності внутрішньоклітинних мембран та функціонування зв'язаних з ними систем, особливо редокс-систем (дихальний ланцюг мітохондрій, монооксигеназна система ЕПР), наслідком чого є посилення продукування активних форм кисню (АФК) та розвиток оксидативного стресу в

клітині (Uboldi et al., 2009; Oberdorster et al., 2005; Braydich-Stolle et al., 2005). Поряд з цим НЧ здатні прямо взаємодіяти з функціональними групами внутрішньоклітинних білків, що, підсилюючи їх окисдативне пошкодження внаслідок посиленої продукції АФК, прискорює їх інактивацію (Simberg et al., 2007). Водночас, утворення кластерів НЧ в пренуклеарному просторі, блокування обмінних процесів між ядром та цитоплазмою, пряма інтеграція та інтеркаляція в молекулу ДНК зумовлює структурно-функціональні дефекти клітинного геному (Chen et al., 2008; Morris et al., 2007).

Результати проведених нами досліджень показали, що ознаки окисдативного стресу в клітинах проявлялися протягом всього часу кокультування. При цьому накопичення ТБК-активних продуктів у порівнянні з контролем, яке реестру-

валося вже після шести годин кокультування, пов'язується нами з пошкодженням ліпідних компонентів клітинних мембран. Опираючись на дані літератури (Андреев и др., 2008) та аналізуючи результати рівня ТБК-активних продуктів, ми припускаємо, що у період до 24 годин кокультування відбувається різке посилення окисдативного стресу і генерації АФК в клітинах. При цьому найвищий рівень продуктів перекисного окислення ліпідів для гепатоцитів фіксувався вже з початкових етапів інкубації (6 година) та у більш віддалений термін (24 година) у випадку лімфоцитів та клітин карциноми Герена (Рис. 5.). Найвищий рівень ТБК-активних продуктів виявлявся при кокультуванні з НЧAg та нанокмполитом Ag/Au ($2,52 \cdot 10^{-5}$ нмоль/л та $2,36 \cdot 10^{-5}$ нмоль/л відповідно).



Збільшення вмісту карбонільних похідних, як оцінка окислювальної деструкції білкових молекул, яке спостерігалось у віддаленіші часові інтервали і якому передувало зростання рівня ТБК-активних продуктів, дозволило підтвердити припущену нами почерговість подій. Після проникнення наночастинок у внутрішньоклітинний простір, одночасно з руйнуванням клітинних мембран (підвищення ЛДГ-«витоку», Рис. 3.) та окисленням їх ліпідних компонентів (зростання рівня ТБК-активних продуктів, Рис. 5.), відбуваєть-

ся посилена деструкція білкових компонентів клітини. Максимальний рівень карбонільних похідних в клітинних білках фіксувався на 48 годину кокультування з НЧ (Рис. 6.). У нормальних клітинах (лімфоцити та гепатоцити) найбільшим проокисдантиним впливом щодо біомакромолекул володіли монометалічні наночастинок. Рівень окислених амінокислотних залишків у випадку кокультування з НЧAg та НЧАu перевищував контрольні показники у 2 рази та на 32 % більше порівняно з НЧAg/Au (Рис. 6.). Щодо пухлинних

клітин спостерігається подібна тенденція розвитку окисдативного стресу та деструкції біомолекул, проте найвищі показники окислювального пошкодження білків клітин карциноми Герена фіксувалися при кокультивуванні з біметалічним нанокмползитом Ag/Au.

Крім того підвищення рівня карбонільних похідних у цій експериментальній групі спостерігалось вже починаючи з 24 години інкубації з досягненням максимальних значень на 48 годину. Аналіз отриманих результатів окислювальної деструкції ліпідів та білків дозволив виявити залежність між типом наночастинок та величиною накопичення ТБК-активних продуктів і карбонільних похідних в досліджуваних первинних культурах. Враховуючи, що розміри НЧ обернено пропорційні їх цитотоксичному ефекту (Asharani, 2009), виявлена тенденція видається цілком закономірною, оскільки величини продуктів окислення зростали при культивуванні з НЧАи (роз-

міром 10-20 нм), Ag (розміром 5-15 нм), та Au/Ag (розміром 5-20 нм). Аналогічна тенденція спостерігалась при кокультивуванні НЧ з клітинами карциноми Герена на 6 та 48 години, проте нами не було виявлено подібної залежності на 24 годину, коли значення ТБК-активних продуктів досягали максимуму за дії наночастинок Ag і Au.

В результаті потрапляння НЧ в ядро та їх безпосередньої взаємодії з молекулою ДНК, а також опосередковано через посилення окисдативного стресу в клітині та генерації вільних радикалів, зростає рівень деструкції геному (Totsuka et al., 2009; Hoet et al., 2004; Powell, Kanarek, 2006). В нашому експерименті це проявляється при мікроелектрофорезі одиничних клітин збільшенням відсотку ДНК у хвості комети, зростанням $I_{\text{дк}}$ та моменту хвоста ДНК-комет (Рис. 7.). При кокультивуванні НЧ з лімфоцитами спостерігалось невелике поступове зростання $I_{\text{дк}}$, яке сягало найвищого значення на 48 годину (Рис. 7.).

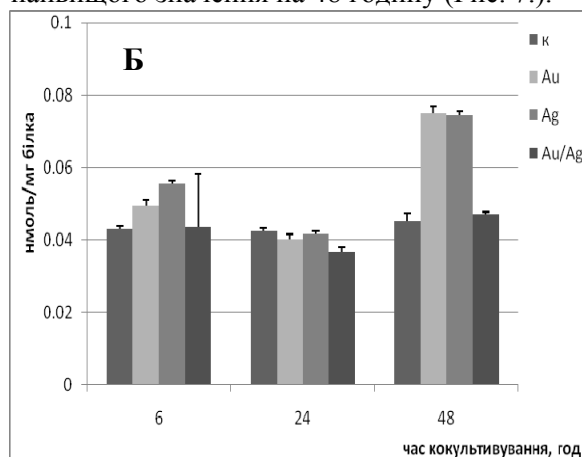
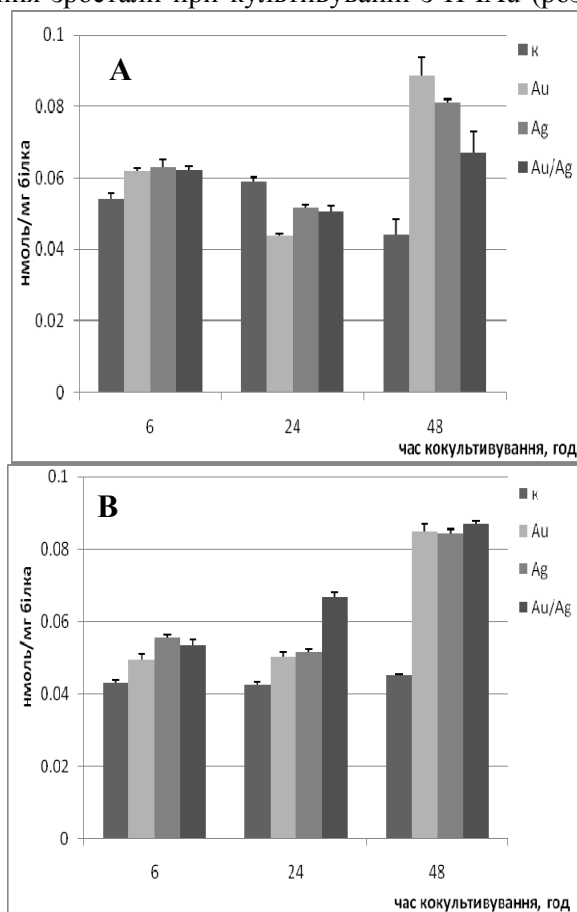


Рис. 6. Вміст карбонільних похідних у первинній культурі лімфоцитів (А), гепатоцитів (Б) та клітин карциноми Герена (В) в умовах кокультивування з наночастинками Ag, Au і нанокмползитом Ag/Au.

Максимальну генотоксичність щодо лімфоцитів проявляли НЧ Ag ($I_{\text{дк}}=2,95$), при цьому під час комп'ютерного аналізу отриманих зображень було зафіксовано зростання відсотку ДНК у хвості комет (момент хвоста більшості візуалізованих комет складав 40-110 мкм). При візуалізації дослідних зразків спостерігалось переважання ДНК-комет C_2 - C_3 класу. Максимальне значення моменту хвоста узгоджувалося із значення $I_{\text{дк}}$ за дії НЧ Ag на 48 годину (Рис. 7.). На відміну від

лімфоцитів, гепатоцити вирізнялися відносно високою стабільністю геному, на що вказував $I_{\text{дк}}$, показники якого після інкубації з НЧ незначно відрізнявся від контрольних показників. Найвищі значення $I_{\text{дк}}$ проявлялися при кокультивуванні клітин з НЧАи ($I_{\text{дк}} = 2,12$), при цьому момент хвоста 95% комет коливався в діапазоні 10-80 мкм. Суттєві відмінності у значеннях досліджуваних параметрів реєструвалися при інкубації наночастинок з клітинами карциноми Герена

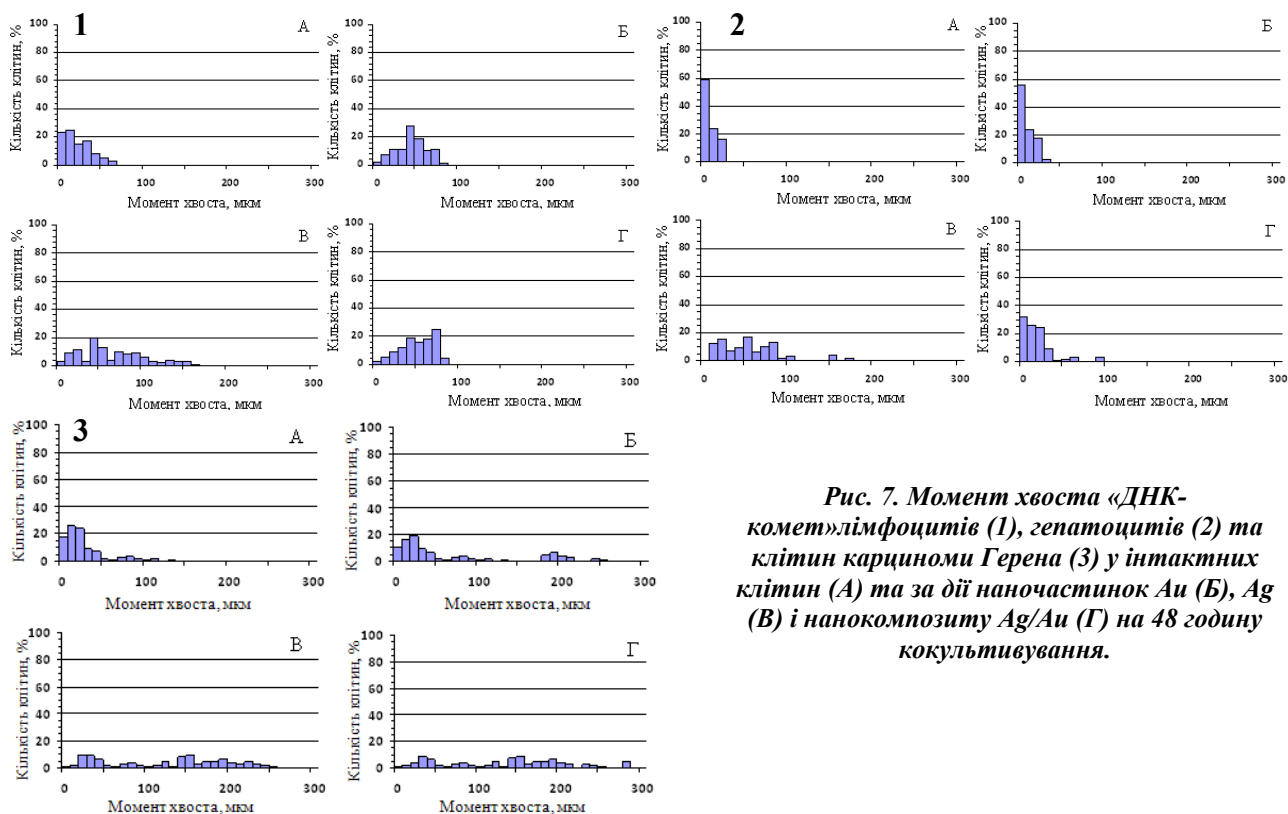


Рис. 7. Момент хвоста «ДНК-комет» лімфоцитів (1), гепатоцитів (2) та клітин карциноми Герена (3) у інтактних клітин (А) та за дії наночастинок Au (Б), Ag (В) і нанокompозиту Ag/Au (Г) на 48 годину кокультування.

Якщо при культивуванні лімфоцитів та гепатоцитів найбільш генотоксичними виявлялися наночастинок Ag, то для пухлинних клітин виявлялась обернена тенденція, а вплив композитних наночастинок характеризувався більшою генотоксичністю. Взаємодіючи з клітинами карциноми Герена *in vitro*, біметалічні НЧ Ag/Au проявляли стабільно високу генотоксичність протягом всього часу кокультування. Це підтверджувалося поступовим зростанням $I_{\text{дк}}$ та моменту хвоста від 2,2 та 100-150 мкм на 6 годину інкубації до 3,2 та 150-250 мкм на 48 годину (Рис. 7.). При візуалізації зображень переважали комети C_2 - C_3 класів на початкових етапах інкубації пухлинних клітин з нанокompозитом, і комети C_3 - C_4 класів на пізніх стадіях кокультування. Високі значення $I_{\text{дк}}$ пухлинних клітин, ймовірно, пояснюються поєднанням прямої генотоксичної дії НЧ та опосередкованого впливу АФК з деструктивними змінами і фрагментованістю клітинного геному, асоційованого з пухлинним ростом. Слід зауважити, що хоча ознаки деструкції ДНК виявлялися як в гепатоцитах, так і в пухлинних клітинах на ранніх етапах кокультування, проте лише у випадку клітин карциноми Герена посилювалися з часом (Рис. 7.).

Отже, в основі токсичності досліджуваних наночастинок лежить їх здатність зумовлювати окисдаивний стрес в клітині, що підтверджується накопиченням ТБК-активних продуктів в перші години кокультування та карбонільних похідних на 24 та 48 години в лімфоцитах, гепа-

тоцитах та клітинах карциноми Герена. Генотоксичний вплив НЧ проявлявся в порушенні структури та фрагментації геному, які виражені у зростанні відсотку ДНК у хвості комет, $I_{\text{дк}}$ комет та моменту хвоста, особливо у пухлинних клітинах на пізніх етапах культивування.

Враховуючи низьку токсичність нанокompозиту Ag/Au відносно нормальних клітин та високу щодо клітин карциноми Герена, можна зробити висновок про перспективність його використання як базового компоненту протипухлинних препаратів.

Список літератури:

1. Андреев Г. Б., Минашкин В. М., Невский И. А., Путилов А. В. Материалы, производимые по нанотехнологиям: потенциальный риск при получении и использовании // Российский химический журнал. – 2008. – Том. 2. – №5. – С. 32 – 38.
2. Гаврилов В.Б., Гаврилова А.Р., Мажуль Л.М. Анализ методов определения продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови по тесту с тиобарбитуровой кислотой // Вопр. мед. химии. – 1987. – Т. 33, № 1. – С. 118 – 122.
3. Дубинина Е.Е., Бурмистров С.О., Ходов Д.А., Порохов И.Г. Окислительная модификация белков сыворотки крови человека, метод ее определения // Вопр. мед. химии. – 1995. – Т. 41, № 1. – С. 24 – 26.
4. Клаус Г. Лимфоциты. Методы. – М.: Мир, 1990. – 100 с.
5. Марченко М.М., Копильчук Г.П., Шмараков І.О., Блинда Л.В. Оцінка генотоксичності пухлинного росту в попередньо опромінені малими дозами

- організмі // Біополімери і клітина. – 2009. – Т. 25, № 3. – С. 234 – 239.
6. Asharani P., Mun G., Hande M., Valiyaveetil S. Cytotoxicity and Genotoxicity of Silver Nanoparticles in Human Cells // *ASC Nano*. – 2009. – Vol. 3, № 2. – P. 279 – 290.
 7. Braydich-Stolle L., Hussain S., Schlager J., Hofmann M. In Vitro Cytotoxicity of Nanoparticles in Mammalian Germline Stem Cells // *Toxicological Sciences*. – 2005. – Vol. 88, № 2. – P. 412 – 419.
 8. Chen P. Gold Nanoparticles: From Nanomedicine to Nanosensing / P. Chen, S. Mwakwari, A. Oyelere // *Nanotechnology, Science and Applications*. – 2008. – Vol. 1, № 1. – P. 45 – 66.
 9. Durnev A.D. Toxicology of Nanoparticles // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. – 2008. – Vol. 145, № 1. – С. 72 – 74.
 10. Dykman L.A., Bogatyrev V.A. Gold nanoparticles: preparation, functionalisation and applications in biochemistry and immunochemistry // *Russian Chemical Reviews*. – 2007. – Vol. 76. – № 2. – С. 181 – 194.
 11. El-Ansary A., Al-Daihan S. On the Toxicity of Therapeutically Used Nanoparticles: An Overview // *Journal of Toxicology*. – 2009. – Vol. 120. – P. 132 – 140.
 12. Freshney R.I. Culture of animal cells / 4th Edition: A Manual of Basic Technique. – New York: Wiley-Liss, 2000. – 600 p.
 13. Hoet P., Brüske-Hohlfeld I., Salata O. Nanoparticles – known and unknown health risks // *Journal of Nanobiotechnology*. – 2004. – Vol. 2. – №1. – P. 2 – 12.
 14. Hussain S.M., Hess K.L., Gearhart J.M., Geiss K. T., Schlager J. J. In vitro toxicity of nanoparticles in BRL 3A rat liver cells // *Toxicology in Vitro*. – 2005. – Vol. 19. – P. 975 – 983.
 15. Marquis B., Love S., Braun K., Haynes C. Analytical methods to assess nanoparticle toxicity // *Analyst* – 2009. – Vol. 134, № 1. – P. 425 – 439.
 16. Morris J. U.S. Environmental Protection Agency Nanotechnology White Paper / Morris J., Willis J., K. Gallagher. – Washington: ORD Press, 2007. – 136 p.
 17. Oberdorster G., Maynard A., Donaldson K., Castranova V., Fitzpatrick J., Ausman K., Carter J., Karn B., Kreyling W., Lai D., Olin S., Monteiro-Riviere N., Warheit D., Yang H. Principles for Characterizing the Potential Human Health Effects From Exposure to Nanomaterials: Elements of a Screening Strategy // *Particle and Fibre Toxicology*. – 2005. – Vol. 2, № 8. – P. 1 – 35.
 18. Powell M., Kanarek M. Nanomaterial Health Effects – Part 1: Background and Current Knowledge // *Wisconsin Medical Journal*. – 2006. – Vol. 105. – № 2. – P. 16 – 20.
 19. Shmarakov I., Fleshman M., D'Ambrosio D., Piantedosi R., Riedl K., Schwartz S., Curley R., von Lintig J., Rubin L., Harrison E., Blaner W. Hepatic stellate cells are an important cellular site for β -carotene conversion to retinoid // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. – 2010. – Vol. 504. – P. 3–10.
 20. Simberg D. Biomimetic Amplification of Nanoparticle Homing to Tumors / D. Simberg, T. Duza, J. Park, M. Essler, J. Pilch, L. Zhang, A. Derfus, M. Yang, R. Hoffman, S. Bhatia, M. Sailor, E. Ruoslahti // *PNAS*. – 2007. – Vol. 104. – №. 3. – P. 932 – 936.
 21. Totsuka Y., Higuchi T., Imai T., Nishikawa A., Nohmi T., Masuda T., Kinae N., Hiyoshi K., Ogo S., Kawanishi M., Yagi T., Ichinose T., Fukumori N., Watanabe M., Sugimura T., Wakabayashi K. Genotoxicity of Nano/microparticles in in vitro Micronuclei, in vivo Comet and Mutation Assay Systems // *Particle and Fibre Toxicology*. – 2009. – Vol. 6. – №10. – P. 6 – 23.
 22. Ubaldi C., Bonacchi D., Lorenzi G., Hermanns M., Pohl C., Baldi G., Unger R., Kirkpatrick C. Gold nanoparticles induce cytotoxicity in the alveolar type-II cell lines A549 and NC1H441 // *Particle and Fibre Toxicology*. – 2009. – Vol. 6. – №18. – P. 6 – 18.

CYTO- AND GENOTOXIC INFLUENCE OF COLLOIDAL Ag AND Au NANOPREPARATIONS ON PRIMARY CELL CULTURES

I.O.SHMARAKOV, M.M.M.ARCHENKO, YU.P.MUKHA,
G.R.YASHAN, N.P.SMIRNOVA, G.M.EREMENKO

The estimation of cyto- and genotoxicity of mono- and bimetallic nanoparticles on primary cell cultures of lymphocytes, hepatocytes and Guerin's carcinoma cells was performed. It is determined that the primary mechanism of nanoparticles toxicity is disruption of cell membrane structural integrity. At further incubation (48 hours) the features of oxidative stress are observed, which is expressed in the increase of TBA-active products, protein carbonyl derivatives, nuclear DNA disruption (majority of C₃-C₄ comets, I_{dc}=3,2) and metabolic activity decrease.

Key words: nanoparticles Ag and Au, cytotoxicity, oxidative protein modification, TBA-active products, genotoxicity.

Одержано редколегією 18.11.2010

ЗАСТОСУВАННЯ 5S рДНК ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДИКИХ ТА КУЛЬТУРНИХ ФОРМ ПІДРОДИНИ *MALOIDEA*

Ю.О. Тинкевич¹, П.О. Мельник², Р.А. Волков¹

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського 2, 58012 Чернівці, Україна

²Українська науково-дослідна станція карантину рослин, с. Бояни, 60321, Чернівецька обл., Україна

Швидко еволюціонуюча 5S рДНК являється зручним молекулярним інструментом у ідентифікації близько споріднених форм у багатьох групах рослин. З метою перевірки можливості використання 5S рДНК у якості видо- чи сортоспецифічного молекулярного маркера для підроддини *Maloidea* за допомогою ПЛР було ампліфіковано 5S рДНК диких форм, чотирьох видів - груші *Pyrus communis*, яблуні *Malus sylvestris*, мушмули *Mespilus germanica*, айви *Cydonia oblonga*, а також п'яти культурних сортів айви. Було встановлено, що довжина повторюваної ділянки 5S рДНК знаходиться в межах від 280 до 400 пн. Принаймні два варіанта 5S рДНК повторів були знайдені в геномах досліджених видів. Для кожного виду були отримані специфічні набори ампліфікацій 5S рДНК. Крім того, два сорти айви також можна було розрізнити за довжиною або відносною інтенсивністю ПЛР продуктів.

Ключові слова: підродина *Maloidea*, 5S рДНК, молекулярна ідентифікація, ПЛР-ампліфікація, геноми, поліморфізм.

Вступ. Монотиповий рід *Cydonia* Mill. належить до підроддини *Maloidea*, родини Rosaceae. Єдиний представник роду - *Cydonia oblonga* Mill., айва - походить з територій Кавказу, Середньої та Малої Азії, Північного Ірану і культивується з давніх часів. Пізніше ареал вирощування айви поширився на все Середземномор'я, Центральну Європу, Північну та Південну Америку. Айва культивується як плодове дерево, а також - в якості підщепи для груші і вважається оптимальною підщепою завдяки стійкості до низьких температур. Одним з шляхів отримання сортів айви з покращеними властивостями є гібридизація між різними сортами та з іншими видами з підроддини *Maloidea* (Verbylaitė et al., 2006).

В наш час особливого значення набуває спрямована селекція культурних рослин із заданими властивостями. Зокрема, ефективним методом такої селекції є використання молекулярних маркерів. Метод MAS (Marker Assisted Selection) дозволяє швидко відбирати генотипи з корисними ознаками та контролювати їх успадкування в ряді поколінь гібридів, проводити скринінг великих популяцій для виявлення рослин із заданим потенціалом (Сиволап та ін., 2001). Зворотній алгоритм використання молекулярних маркерів полягає в відтворенні шляхів та давності походження існуючих гібридних форм, філогенетичних зв'язків між ними (Глазко та ін., 2006). Ще одним важливим напрямком є молекулярна паспортизація сортів. Останнє пояснюється тим, що більшість сортів культурних рослин відрізняються між собою лише групою ознак на які була спрямована селекція. Тому перевірити автентичність сортового насіння та саджанців можливо лише з використанням молекулярних маркерів (Глазко та ін., 2006).

На сьогодні існує багато підходів до створен-

ня молекулярних маркерів на базі різних послідовностей геномної, мітохондріальної та пластидної ДНК. Одним з найбільш зручних та ефективних джерел універсальних молекулярних маркерів є ділянки геному, що кодують рРНК разом із спейсерними послідовностями, що їх розділяють (так звана рДНК). Вивчення їх структури і поліморфізму широко застосовується в аналізі таксономії, філогенетичних зв'язків та популяційної структури багатьох груп організмів, зокрема і вищих рослин (Волков та ін., 2003, Liu et al., 2003, Volkov et al., 2007, Grimm et al., 2010). Популярність рибосомних генів пояснюється особливостями їх структури. Рибосомна ДНК в геномі організована у кластери, що складаються з тандемних повторів, кожен з яких містить консервативну кодуючу послідовність та мінливий міжгенний спейсер (МГС). Кількість повторів у кластері може досягати кількох сотень (Volkov et al., 2001). Для рДНК характерне явище концертної еволюції – одночасної узгодженої зміни всіх послідовностей в геномі (Coen et al., 1982). Проте, у алополіплоїдних видів 5S рДНК, на відміну від 35S часто не концертує, зберігаючи особливості будови, характерні для батьківських форм, що є особливо цінним для ідентифікації гібридів та з'ясування їх походження (Volkov et al., 2004, Fulnecsek et al., 2002). Враховуючи цей аспект, метою нашої роботи було визначення можливості використання 5S рДНК в якості молекулярного маркера для ідентифікації та паспортизації сортів айви *Cydonia oblonga* Mill. та споріднених культур підроддини яблуневі *Maloidea*.

Об'єкт і методи. Об'єктом дослідження були культурні форми айви: тип А, IC 2-10, IC 4-6, IC 4-12 і універсальна підщепа гібридного походження УПРОС з колекції Української науково-

дослідної станції карантину рослин та деякі види підродини *Maloidea* з колекції ботанічного саду Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича: *Cydonia oblonga* Mill., мушмула *Mespilus germanica* L., яблуня *Malus sylvestris* Hort., груша *Pyrus communis* L.

Виділення загальної ДНК зі свіжого рослинного матеріалу та гербарних зразків проводили з використанням цетавлону як лізуючого агенту (Панчук та ін., 2007). Полімерність ДНК перевіряли електрофоретично в 1% агарозному гелі. Для візуалізації ДНК гель забарвлювали етидієм бромідом та фотографували в ультрафіолетовому світлі на установці GelDoc 2000 (BioRad, США).

Ампліфікація 5S рДНК проводилась методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) на термоциклері PTS-100 (Programmable Thermal Controller, MJ Research Inc., США) в 25 мкл реакційної суміші, що містила наступні компоненти: 0,1 мкг загальної геномної ДНК, 1,0 од. акт. ДНК-полімерази (HotStartTaq DNA polymerase, QIAGEN, США), 0,1 мМ суміші дезоксирибонуклеотидфосфатів, 1× буфер для ПЛР та 0,5 мкМ кожного з двох розроблених нами праймерів 5S-14a-Not (5'-CAATGCGGCCGCGAGAGTAG-TACTAGGATGCGTGAC-3') і 5S-15-Not (5'-CATTGCGGCCGCTTATCGGAGTTCTGATGGG A-3'), які є комплементарними до консервативної кодуючої ділянки 5S рДНК.

Ампліфікацію 5S рДНК здійснювали за наступною програмою: (I) активація ферменту – 95°C, 15 хв.; (II) денатурація ДНК – 94°C, 45 с.; (III) гібридизація праймера – 55°C, 1 хв.; (IV) синтез ДНК – 72°C, 2,5 хв.; (V) завершення ампліфікації – 72°C, 8 хв.; (VI) зупинка реакції – 4°C. ПЛР здійснювалась протягом 32 циклів.

Електрофорез ПЛР-продуктів проводили в 2% агарозному гелі при напруженості 2,5 В/см і температурі 4°C (Маниатис и др., 1984). Для визначення довжини отриманих фрагментів їх електрофоретичну рухливість порівнювали з рухли-

вістю ДНК-маркера Gene Ruler DNA Leader Mix (Fermentas, Литва).

Результати та їх обговорення. В результаті ампліфікації послідовностей 5S рДНК за допомогою ПЛР було отримано ПЛР-продукти для чотирьох сортів айви, універсальної підщепи та чотирьох інших видів з підродини *Maloidea*.

Аналіз отриманих нами електрофореграм (Рис. 1) показав, що розміри повторюваної ділянки 5S рДНК у досліджених представників підродини *Maloidea* та сортів айви переважно знаходяться в межах 300-400 пн (табл. 1).

Для всіх досліджених форм характерна наявність у геномі декількох варіантів тандемного повтору. Як було показано в ході попередніх досліджень, внутрішньогеномний поліморфізм 5S рДНК є характерним для представників різних груп розоцвітих (Тинкевич та ін., 2009). Це можна пояснити процесами віддаленої гібридизації, що відіграють важливу роль у формуванні даних таксонів (Evans et al., 2002). Для айви та її сортів характерною є одночасна присутність у геномі двох варіантів повторів 5S рДНК, із різницею у розмірах 40-50 пн. Проте, УПРОС демонструє більшу кількість та інший якісний склад різних за довжиною повторів 5S рДНК. Крім наявного у інших зразків айви довгого варіанту (~ 400 пн) у УПРОС спостерігаються ще два варіанта з нехарактерною для інших форм довжиною (~370 пн та ~320 пн). Із досліджених нами представників підродини *Maloidea* жоден не володіє розмірами повторюваної ділянки 5S рДНК, які характерні для довгого варіанту повтору *Cydonia oblonga*. Натомість, повтори із розмірами, характерними для короткого варіанту айви виявлені також у геномах *Malus sylvestris* і *Pyrus communis*. *Malus sylvestris* також володіє більш коротким типом 5S рДНК повторюваної послідовності, що співпадає за розмірами з одним із варіантів УПРОС.

Таблиця 1.

Довжина ампліфікатів 5S рДНК видів підродини *Maloidea*.

Вид	Форма	Розмір ПЛР-продуктів, пн
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	- Тип А	<u>400</u> , 360
	- ІС 2-10	<u>400</u> , 360
	- ІС 4-6	<u>400</u> , 360
	- ІС 4-12	<u>400</u> , 360
	- УПРОС Дика форма	400, 370, <u>320</u> <u>400</u> , <u>360</u>
<i>Malus sylvestris</i> Hort.	Дика форма	<u>360</u> , 320
<i>Pyrus communis</i> L.	Дика форма	<u>380-300</u>
<i>Mespilus germanica</i> L.	Дика форма	<u>320</u> , 280

Примітка: підкреслено розміри ПЛР-продуктів, які мають найбільшу інтенсивність на електрофореограмах.

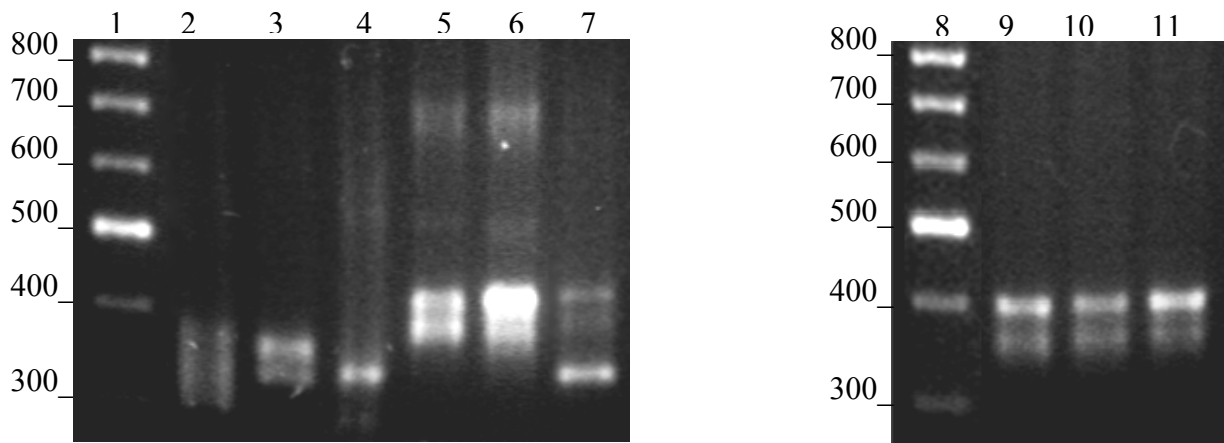


Рис. 1. Результати електрофоретичного розділення ПЛР-продуктів отриманих при ампліфікації 5S рДНК різних видів та сортів підроддини *Maloidea*. Треки: 1,8 – маркер, 2 – *Pyrus communis*, 3 – *Malus sylvestris*, 4 – *Mespilus germanica*, 5 – *Cydonia oblonga* (дика форма), 6 – *Tun A*, 7 – УПРОС, 9 – IC 2-10, 10 – IC 4-6, 11 – IC 4-12.

У *Pyrus communis* виявлена значна кількість послідовностей 5S рДНК, що несуттєво відрізняються між собою за довжиною і утворюють на електрофореграмі неперервну зону в межах від 300 до 380 пн. В геномі *Mespilus germanica* також спостерігається два типи повторів 5S рДНК із різницею у довжині близько 30 пн. Один з варіантів повтору співпадає за довжиною із короткою послідовністю в геномі сорту УПРОС та *Malus sylvestris* (~ 310 пн). Інший варіант має довжину ~ 280 пн.

У всіх сортів культурної айви співвідношення між різними типами повторів 5S рДНК, визначене за інтенсивністю смуг ДНК на електрофореграмі, є неоднаковим. Це можна пояснити тим, що послідовності з більшою довжиною повторюваної ділянки представлені в геномі більшою кількістю копій. На відміну від цього у дикої форми *Cydonia oblonga* виявилось приблизно однакове кількісне співвідношення між різними за довжиною повторами 5S рДНК. У універсальної підщепи УПРОС спостерігається найбільша інтенсивність продукту із найменшою молекулярною масою, в той час, як продукти із довжиною, подібною до послідовностей інших сортів айви мають меншу копійність.

Добре відомо, що для послідовностей, які кодують 5S рибосомні РНК характерний високий рівень еволюційного консерватизму (Coen et al., 1982, Череватов та ін., 2011). Розміри цих послідовностей є сталими в межах таксономічних груп високого рангу і для всіх вищих рослин складають від 118 до 120 пн (Liu et al., 2003). Виходячи з цього, довжина МГС у *Cydonia oblonga* дикого типу та у більшості досліджених сортів має складати ~ 280 пн для довгого та ~ 240 пн для короткого варіанту повтору. Для інших зразків довжина МГС коливається в межах від 280 пн до 160 пн. Таким чином, розміри повторюваної ділянки 5S рДНК у досліджених зразків знахо-

дяться в діапазоні, характерному для вищих рослин та для родини Rosaceae, зокрема. Проте, в геномі *Mespilus germanica* нами вперше для розовітих виявлений короткий варіант із довжиною МГС близько 160 пн. Цей варіант повтору міг утворитись із довгого варіанту внаслідок делеції. Профіль електрофоретичного розділення ПЛР-продуктів 5S рДНК підщепи універсальної УПРОС виявився унікальним, порівняно з іншими культурними сортами *Cydonia oblonga*. Для цієї форми характерна наявність трьох ПЛР-фрагментів різної довжини. На противагу цьому, інші сорти, як і дикоросла форма айви, демонструють наявність лише двох варіантів 5S рДНК із відмінною від УПРОС довжиною повторів. Однак, виявлена нами різниця у кількісному співвідношенні між двома наявними варіантами повторів дозволяє чітко диференціювати всі досліджені культурні сорти айви від дикорослої форми.

Відомо, що навіть для тотожних за розмірами повторів 5S рДНК часто є характерною мікрогетерогенність за нуклеотидною послідовністю (Grimm et al., 2010, Давидюк та ін., 2010). Це дає можливість використовувати 5S рДНК у якості молекулярного маркера і для форм із однаковими розмірами та кількісним співвідношенням повторів у геномі. Тому, для культурних форм айви, які неможливо ідентифікувати за допомогою ПЛР, перспективним шляхом подальших досліджень є клонування із подальшим секвенуванням та порівнянням первинних нуклеотидних послідовностей 5S рДНК.

Висновки. 1. За допомогою ПЛР ампліфіковано та визначено довжину повторюваної ділянки 5S рДНК чотирьох видів з підроддини *Maloidea*: груша звичайна - *Pyrus communis*, яблуня лісова - *Malus sylvestris*, мушмула кавказька - *Mespilus germanica*, айва звичайна - *Cydonia oblonga*. Для айви досліджено дику форму, чо-

тири сорти (тип А, ІС 2-10, ІС 4-6, ІС 4-12) та універсальна підщепка УПРОС.

2. Набори ПЛР фрагментів 5S рДНК є специфічними для всіх досліджених видів, а в деяких випадках - для форм і сортів айви, що дозволяє застосовувати їх в якості молекулярних маркерів.

3. З метою розробки більш специфічних і надійних молекулярних маркерів для паспортизації форм і сортів айви необхідно провести клонування і розшифровку первинної нуклеотидної послідовності спейсерних ділянок 5S рДНК.

Список літератури:

1. Волков Р.А., Панчук І.І., Борисюк Л.Г., Борисюк М.В. рДНК рослин: організація, еволюція, застосування // Цитологія і генетика. – 2003. – 37. – С. 72–78.
2. Глазко В.І., Лісневич Л.О., Радченко О.М. Принципи і застосування молекулярно-генетичних маркерів пшениці // Физиология и биохимия культурных растений. – 2006. – Т. 38., №1. – С. 3-18.
3. Давидюк Ю.М., Патрашкану В.І., Волков Р.А. Поліморфізм 5S рДНК в європейських популяціях *Acer campestre* L. // Біологічні системи. – 2010. – в друці.
4. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. – М.: Мир, 1984 – 480 с.
5. Панчук І.І. Волков Р.А. Практикум з молекулярної генетики. – Чернівці: Рута, 2007. – 120 с.
6. Сиволап Ю.М., Требельський Д.Ю. Идентификация генотипов кукурузы при помощи PCR – анализа // Цитология и генетика. - 2001. – Т. 35. – №3. – С. 14 – 21.
7. Тинкевич Ю.О., Сербенюк М.П., Волков Р.А. Поліморфізм 5S рДНК видів роду *Rosa* L. // Наук. вісник Чернівецького ун-ту: Збірник наукових праць. – № 455, Сер. Біологія. – Чернівці: «Рута». – 2009. – С. 142-144.
8. Череватов О.В., Волков Р.А. Организация 5S рибосомной ДНК *Melitaea trivia* // Цитология и генетика. - 2011. – № 2. – С. 62-68.
9. Campbell C.S., Evans R.C., Morgan D. R., Dickinson T.A., Arsenault M.P. Phylogeny of subtribe Pyrinae (formerly the Maloideae, Rosaceae): Limited resolution of a complex evolutionary history // Plant Syst. Evol. – 2007. – Vol. 266. – P. 119–145.
10. Campbell C.S., Greene C.W., Dickinson T.A. Reproductive biology in subfam. Maloideae (Rosaceae) // Syst. Bot. – 1991. – Vol. 16. – P. 333–349.
11. Coen E.S., Thoday J.M., Dover G. Rate of turnover of structural variants in the rDNA gene family of *Drosophila melanogaster* // Nature. -1982. - Vol. 295, No 5850. - P. 564-568.
12. Dickinson T.A., Lo E., Talent N. Polyploidy, reproductive biology, and Rosaceae: understanding evolution and making classifications. // Plant Syst. Evol. – 2007. – Vol. 266. - P. 59–78.
13. Evans R.C., Campbell C.S. The origin of the apple subfamily (Maloideae, Rosaceae) is clarified by DNA sequence data from duplicated GBSSI genes // Am. J. Bot. – 2002 – Vol. 89, No 9. – P. 1478–1484.
14. Fulnecek J., Lim K.Y., Leitch A.R., Kovarik A., Matyasek R. Evolution and structure of 5S rDNA loci in allotetraploid *Nicotiana tabacum* and its putative parental species // Heredity. – 2002. – Vol. 88. – P. 19–25.
15. Grimm G., Denk Th. The reticulate origin of modern plane trees (*Platanus*, *Platanaceae*): A nuclear marker puzzle. – 2010. – Vol. 59, No 1. - P. 134-147.
16. Lim K.Y., Werlemark G., Matyasek R., Bringloe B., Sieber V., Mokadem H.El., Meynet J., Hemming J., Leitch A.R., Roberts A.V. Evolutionary implication of permanent odd polyploidy in the stable sexual, pentaploid of *Rosa canina* L. // Heredity. – 2005. – Vol. 94. – P. 501 – 506.
17. Liu Z.L., Zhang D., Wang X., Ma X.F., Wang X.R.. Intragenomic and intraspecific 5S rDNA sequence variation in five Asian pines // Am. J. Bot. –2003, Vol. 90, No 1. – P. 17 – 24.
18. Verbylaitė R., Ford-Lloyd B., Newbury J. The phylogeny of woody Maloideae (Rosaceae) using chloroplast trnL-trnF sequence data. // Biologija – 2006. – Vol. 1. – P. 60–63.
19. Volkov R.A., Komarova N.Y., Hemleben V. Ribosomal DNA in plant hybrids: inheritance, rearrangement, expression // Syst. Biodivers. – 2007. – Vol. 4, No 3. – P. 261-276.
20. Volkov R.A., Zanke C., Panchuk I.I., Hemleben V. Molecular evolution of 5S rDNA of *Solanum* species (sect. *Petota*): application for molecular phylogeny and breeding // Theor. Appl. Genet. - 2001 - Vol. 103, No 8. - P. 1273-1282.
21. Volkov R.A., Medina F.J., Zentgraf U., Hemleben V. Organization and molecular evolution of rDNA, nucleolar dominance and nucleolus structure // Progress in Botany. - 2004. – Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag. – Vol. 65. – P. 106-146.

APPLICATION OF 5S rDNA FOR MOLECULAR IDENTIFICATION OF WILD AND CULTIVATED FORMS IN SUBFAMILY MALOIDEA

Y.O.Tynkevich, P.O.Melnik, R.A.Volkov

*In order to check if 5S rDNA can be used as a species- or cultivar-specific molecular marker in subfamily Maloidea we have amplified by PCR 5S rDNA of four wild forms of pear *Pyrus communis*, apple *Malus sylvestris*, medlar *Mezaspilus germanica*, quince *Cydonia oblonga* and of five cultivars of quince. It has been found that the length of 5S rDNA repeated unit ranges from 280 to 400 bp. At least two rDNA repeat variants were detected in genomes of the species. Specific sets of 5S rDNA fragments were generated for each of the species studied. Moreover, two cultivars of quince can be also discriminated by the length or relative intensity of PCR products.*

Key words: subfamily Maloidea, 5S rDNA, molecular identification, PCR-amplification, genomes, polymorphism.

Одержано редколегією 28.10.2010

NO-СИНТАЗНА АКТИВНІСТЬ У КЛІТИНАХ ПЕЧІНКИ МИШЕЙ ЗА УМОВ РІЗНОЇ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ВІТАМІНОМ А

Г.П. Копильчук, І.О.Шмараков, І.М. Бучковська, А.О.Рибенчук

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012
e-mail: ivannabuchkovska@mail.ru

*Досліджено NO-синтазну активність, продукування NO та генерацію супероксиданіон-радикала у мітохондріальній та постмікросомальній фракціях печінки мишей за умов відсутності запасів вітаміну А. Встановлено, що на фоні підвищення активності індукцйбельної NO-синтази в мітохондріальній фракції *Lrat*^{-/-}-мишей відбувається інтенсифікація утворення NO та генерації супероксиданіона. У постмікросомальній фракції печінки нокаутних мишей спостерігається аналогічна тенденція. Результати аналізу NO-синтазної активності в різних клітинних компартментах вказують на підвищений рівень iNOS мітохондріальної фракції печінки мишей, нокаутних за геном *Lrat*, порівняно із показниками цитозольної NO-синтази.*

Ключові слова: NO-синтаза, оксид азоту, супероксиданіон, вітамін А, печінка.

Вступ. NO-синтази (EC 1.14.13.39) – це родина цитохром-Р-450-подібних гемопротеїнів, які каталізують реакцію утворення нитроліну та NO шляхом ферментативного окислення L-аргініну за участю NADPH як донора електронів (Koerber, 2002; Mohammed, 2003). Оксид азоту володіє широким спектром біологічної дії та розглядається як один із месенджерів внутрішньо- та міжклітинної сигналізації (Дмитренко и др., 2005; Takeuchi et al., 2007). Стаціонарний рівень NO, який підтримується NO-синтазою, не перевищує кількох мікомолів. Під час адаптації до стресорних впливів відбувається індукція NO-синтази, що експериментально підтверджено у роботах (Ратникова, 2002; Манухина и др., 2007).

Дані літератури (McNaughton, 2002; Curran et al., 2001) свідчать про роль оксиду азоту в регуляції білкового обміну в печінці, де експресується індукцйбельна NO-синтаза (iNOS, II тип). Високі концентрації NO, які, як правило, продукуються iNOS, токсичні для клітин, оскільки негативно впливають на функціонування ферментів, іонних каналів та генетичного апарату (Ратникова, 2002; Манухина и др., 2007). Показано (Ковалев, 2003; Gorren et al., 2006), що за умов надлишкового продукування NO інгібується синтез білка та активність ізоформ 1A1 і 1A2 цитохрому Р-450.

Оксид азоту, що утворюється за участю мітохондріальної NO-синтази, є ендогенним регулятором енергетики мітохондрій (мембранного потенціалу, дихання та синтезу АТФ) і має виражену цитотоксичну дію внаслідок утворення пероксинітриду – продукту взаємодії NO та супероксиданіон-радикала, здатного до деструкції практично всіх компонентів клітини (Szabo et al., 2007).

У роботах (McNaughton, 2002; Goh, 2006) наводяться дані про безпосередню роль індукцйбельної NO-синтази в пригніченні метаболічних процесів, що відбуваються в цитозолі клітини. Ефекти NO, опосередковані дією iNOS проявля-

ються в інгібуванні гліюконеогенезу, глікогенолізу та основних етапів гліколізу.

Сьогодні в літературі широко обговорюється ефекторний вплив ретиноїдів на синтез NO та експресію гена індукцйбельної NO-синтази (Kang, 2004; Zhong, 2005; Oh, 2001; Lee, 2008). Результати експериментальних досліджень засвідчують як інгібуючий (Oh, 2001; Lee, 2008), так і активуючий (Kang, 2004; Zhong, 2005) вплив ретиноєвої кислоти на синтез оксиду азоту та експресію генів iNOS в залежності від дози (Sirsjoa, 2000). У зв'язку з цим на особливу увагу заслуговують дослідження NO-синтазної активності в печінці мишей за умов дефіциту вітаміну А в організмі.

Мета роботи – дослідити рівень ферментативної активності NO-синтази, вміст NO та інтенсивність генерації супероксиданіона в мітохондріальній та постмікросомальній фракціях печінки мишей за умов відсутності запасів вітаміну А.

Об'єкт і методи. Дослідження проводили на мишах лінії C57 масою 25-32 г та віком 2,5-3 місяці, які знаходилися на стандартному раціоні віварію. Утримання тварин та маніпуляції з ними проводили згідно з положеннями «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та наукових цілей» (Страсбург, 1986) та «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001).

З метою дослідження впливу забезпеченості вітаміном А в експериментах використано трансгенних мишей, нокаутних з геном *Lrat* (експериментальна модель мишей, які не здатні синтезувати ретинілефіри у печінці, і тому повністю позбавлені запасів ретиноїдів) та дикого типу (з нормальним рівнем ретинілефірів у печінці).

Евтаназію тварин здійснювали під легким ефірним наркозом.

Мітохондріальну фракцію клітин печінки отримували методом диференційного центрифугу-

гування (Weinbach, 1961). Всі операції проводили при 0 – 4°C. Середовище гомогенізації містило: 250 мМ сахарозу, 1 мМ EDTA, 10 мМ трис-НСІ (рН 7,4). Осад мітохондрій промивали двічі середовищем виділення без EDTA. Чистоту мітохондріальної фракції контролювали шляхом порівняльного визначення сукцинатдегідрогеназної активності як специфічного маркера внутрішньої мембрани мітохондрій та глюкозо-6-фосфатазної активності – маркера ендоплазматичного ретикулу-му у фракціях мікросом та мітохондрій.

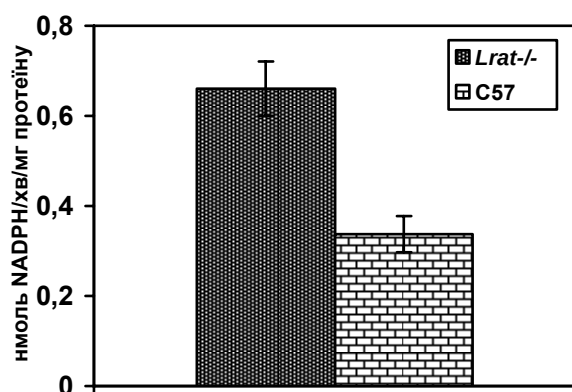
Реакційна суміш для визначення активності індукцйбельної NO-синтази (iNOS) містила: 0,1 М трис-НСІ (рН 7,4), 10 мМ CaCl₂, 32 мМ L-аргінін (субстрат NOS), 1 мМ NADPH. Контролем слугували проби, в які замість NADPH вносили бі-дистилат. Для врахування безсубстратного окис-лення NADPH готували реакційну суміш без до-давання субстрату, проводили аналогічні мані-пуляції та спектрофотометрували при 340 нм, пі-сля чого зразки інкубували 10 хв при 37°C. Реак-цію зупиняли внесенням до реакційного середо-вища 0,02 % азиду натрію і реєстрували знижен-ня оптичного поглинання (Mathias et al., 1991). Активність NOS визначали як різницю між пока-зниками екстинкції субстратного та безсубстрат-ного окислення NADPH. Питому активність NO-синтази виражали в нмолях окисленого NADPH/хв на 1 мг загального протеїну в пробі.

Концентрацію NO, як продукта NO-синтазної реакції, визначали за методом (Hwang et al., 1994) шляхом реєстрації вмісту нітрит-аніона (NO₂⁻), який є стабільним метаболітом оксиду азоту. Оскільки NO – висореакційна молекула з коротким періодом життя і швидко інактивується в оксидазній реакції з перетворенням в нітрит (NO₂⁻) або нітрат (NO₃⁻), який швидко метаболі-зується, то рівень NO правомірно оцінювати за зміною NO₂⁻ (Curran, 2001). NO₂⁻ фіксували за ін-тенсивністю забарвлення фіолетово-червоного азокомплексу, що утворюється в результаті ре-акції між сульфаніловою кислотою, NO₂⁻ і α-нафтилетиламіном спектрофотометрично при довжині хвилі 548 нм. Калібрувальну криву для визначення кількості NO₂⁻ будували за стандарт-ними розчинами NaNO₂ різної концентрації в 20 мМ калій-фосфатному буфері (рН 7,4) при дода-ванні реактиву Гріса.

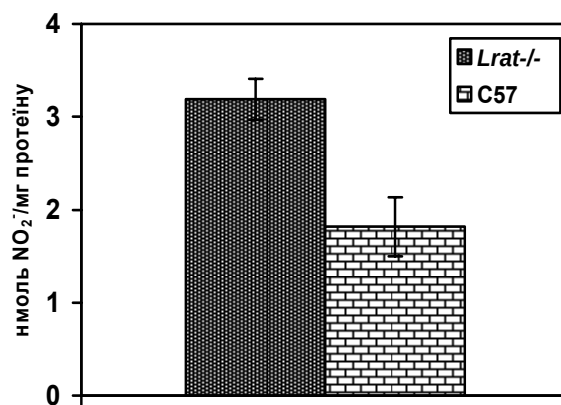
Рівень генерації супероксидного аніон-радикала в мітохондріальній фракції реєстрували фотоколориметрично при довжині хвилі 540 нм із застосуванням теста з нітросинім тетразолієм (НСТ) (Костенко, 2000).

Концентрацію протеїну визначали за методом Лоурі (Lowry, 1951). Статистичну обробку даних проводили загальноприйнятими методами варіа-ційної статистики.

Результати та їх обговорення. В результаті проведених нами досліджень встановлено двокра-тне підвищення NO-синтазної активності в мітохо-ндріальній фракції печінки *Lrat*^{-/-}-мишей та збіль-шення вмісту NO₂⁻ (рис.1), що в 1,7 рази перевищує показники контрольних тварин. У печінці вітамін А запасається у формі ретинілефірів, утворених шляхом етерифікації ретинолу, що каталізує фер-мент лецитин: ретинол-ацилтрансфераза (LRAT, EC 2.3.1.135) (Wongsirirotj, 2008). Оскільки в дослідній групі мишей лінії C57 відсутній ген *Lrat*, то орга-нізм тварин, не дивлячись на повноцінне екзогенне надходження вітаміну А, є дефіцитним щодо за-безпечення останнім.



А



Б

Рис.1. NO-синтазна активність (А) та рівень NO₂⁻ (Б) у мітохондріальній фракції печінки мишей

За даними літератури (Sirsoja, 2000; Pae, 2001; Lee et al., 2008), ретиноева кислота (РК) виконує роль інгібітора експресії гена індукцйбельної NO-синтази, тому відсутність запасів РК у мишей нокаутних за геном *Lrat*, вірогідно, і є причиною встановленого нами підвищення iNOS. NO є ін-гібітором мітохондріального дихання, його під-вищений вміст у тканинах організму посилює гліколіз і знижує споживання кисню мітохондрі-ями (Palasthy et al, 2006). Відомо, що вплив NO на мітохондрії може здійснюватися різними шляхами: як безпосередньо, через зв'язування з функціонально важливими тіоловими групами мітохондріальних білків, так і опосередковано, за

допомогою регуляції мембранного потенціалу мітохондрій (Кургалюк, 2001; Nisoli, 2003). Припускають (Акопова и др., 2005; Блинецова и др., 2005), що дія NO in vivo може бути спрямована на модуляцію потенціалу та блокування мітохондріальних пор через модифікацію «критичних» тіолів трансмембранного білкового комплексу, що призводить до порушення роботи мітохондріального електротранспортного ланцюга із посиленою генерацією супероксидного аніон-радикала.

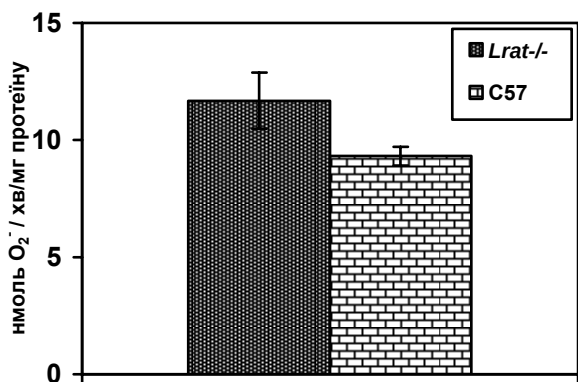


Рис.2. Генерація O₂⁻ у мітохондріальній фракції печінки мишей

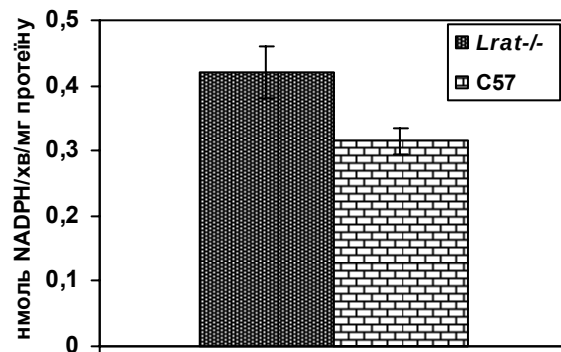
На фоні встановленого нами підвищеного продукування NO у мітохондріальній фракції печінки мишей *Lrat*^{-/-} відбувається посилена генерація супероксидного аніон-радикала (рис.2.), що в 1,3 рази перевищує показники контрольної групи тварин.

За умов надмірного продукування NO може реагувати з O₂⁻ з утворенням токсичного продукту – пероксинітриту, що викликає модифікації тирозинових залишків білкових молекул та деструкції багатьох ферментних систем з наступним блокуванням клітинної сигналізації (Curran, 2001; Goh, 2006).

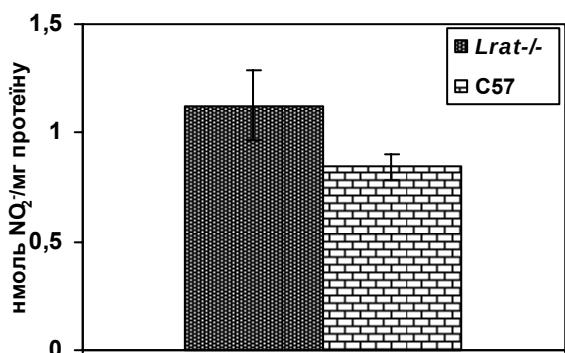
На протипагу цьому обмежена генерація O₂⁻ у мітохондріальній фракції контрольної групи мишей порівняно з дослідними, лімітує утворення пероксинітриту і тим самим запобігає пригніченню біоенергетичних процесів у клітинах (Дмитренко и др., 2005; Szabo, 2007).

У роботах багатьох дослідників (McNaughton, 2002; Goh, 2006) наводяться дані про безпосередню роль індукційної NO-синтази в пригніченні метаболічних процесів, що відбуваються в цитозолі клітини. Ефекти NO, опосередковані дією iNOS проявляються в інгібуванні глікогеногенезу, глікогенолізу, а також основних етапів гліколітичної оксидоредукції. Результати наших досліджень засвідчують, що показники ферментативної активності NO-синтази постмікосомальної фракції печінки мишей *Lrat*^{-/-} в 1,4 рази перевищують значення контрольних тварин, що в

свою чергу супроводжується інтенсивним продукуванням оксиду азоту (рис.3).



А



Б

Рис.3. NO-синтазна активність (А) та рівень NO₂⁻ (Б) у постмікосомальній фракції печінки мишей

Результати аналізу NO-синтазної активності у різних клітинних компартментах (рис.4.) вказують на підвищений рівень iNOS мітохондріальної фракції мишей, нокаутних за геном *Lrat*, порівняно з показниками цитозольної NO-синтази, чого не можна сказати про контрольну групу тварин, у яких не спостерігається достовірних відмінностей. Вірогідно, це свідчить про активацію мітохондріальної NO-залежної сигнальної системи, яка відіграє важливу роль в стресових і адаптивних відповідях організму, та є універсальним регулятором метаболізму клітин (Nisoli, 2003; Акопова, 2005; Блинецова, 2005).

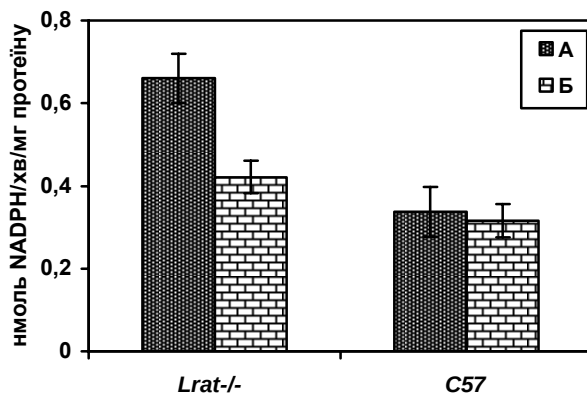


Рис.4. Співвідношення NO-синтазної активності у мітохондріальній (А) та постмікосомальній (Б) фракціях печінки мишей

Висновки. Отже, відсутність запасів вітаміну А в печінці мишей *Lrat*^{-/-} призводить до гіперактивності iNOS, посиленої продукції NO та інтенсифікації вільнорадикальних процесів.

Подяка. Автори висловлюють щирю подяку професору Бленеру В.С. (Колумбійський університет, США) за люб'язно надані лінії трансгенних мишей для проведення досліджень.

Список літератури:

1. Акопова О.В., Коцюруба А.В., Ткаченко Ю.П., Сагач В.Ф. Оксид азоту пригнічує відкриття мітохондріальної пори і збільшує кальцієву ємність мітохондрій in vivo // Фізіолог. журн. – 2005. – Т. 51, № 3. – С. 3 – 11.
2. Близначева Г.Н., Артемьева С.С., Рецкий М.И. Влияние L-аргинина и ингибиторов NO-синтазы на образование оксида азота и нитрозотиилов при токсическом повреждении печени // Биомедиц. химия. – 2005. – Т. 51, № 6. – С. 656 – 661.
3. Дмитренко Н.П., Холиан А. Роль взаимодействия путей метаболизма формальдегида и окиси азота в механизме их токсического действия. 2. Токсическое действие оксида азота // Укр. біохім. журн. – 2005. – Т. 77, № 5. – С. 5 – 23.
4. Ковалев И.Е., Ковалева В.Л. Роль взаимодействия систем цитохрома Р-450, оксида азота и комплемента в иммунохимической функциональной системе гомеостаза // Хим.-фармацев. журн. – 2003. – Т. 37, № 9. – С. 3 – 8.
5. Костенко В.О., Цебржинський О.І. Продукція супероксидного аніон-радикала та оксиду азоту у тканині нирок після хірургічного втручання // Фізіол. журн. – 2000. – Т. 46, № 5. – С. 56 – 61.
6. Кургалюк Н.М., Іккерт О.В. Вплив L-аргініну і блокатора синтази оксиду азоту L-NNA на кальцієву ємність мітохондрій печінки шурів з різною резистентністю до гіпоксії // Укр. біохім. журн. – 2001. – Т. 73, № 5. – С. 85 – 89.
7. Манухина Е.Б., Дауни Х.Ф., Маллет Р.Т., Малышев И.Ю. Значительные и повреждающие эффекты периодической гипоксии: роль оксида азота // Вестник РАМН. – 2007. – № 2. – С. 25 – 33.
8. Ратникова Л.И., Мельников И.В. Значение оксида азота в повреждении гепатоцитов при патологии печени // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2002. – № 6. – С. 51 – 55.
9. Curran R.D., Ferrari F.K. Nitric oxide and nitric oxide-generating compounds inhibit hepatocyte protein synthesis // FASEB J. – 2001. – Vol.5. – P.2085 – 2092.
10. Goh B. Nitric oxide synthase and heme oxygenase expressions in human live cirrhosis // World J. Gastroenterol. – 2006. – Vol.12, N. 4. – P. 588 – 594.
11. Gorren C.F., Mayera B. Nitric-oxide synthase: A cytochrome P450 family foster child // Biochimica et Biophysica Acta. – 2006. – Vol. 1770, N 3. – P. 432-445.
12. Lee H., Mark B. Headley, Masanori Iseki. Cutting Edge: Inhibition of NF-κB-Mediated TSLP Expression by Retinoid X Receptor1 // The Journal of Immunology. – 2008. – Vol. 181. – P. 5189 -5193.
13. Hwang S., Lopez C.A., Heck D.E. et al. Osteopontin inhibits induction of nitric oxide synthase gene expression by inflammatory mediators in mouse kidney epithelial // J. Biol. Chem. – 1994. – Vol. 264. – P. 711-715.
14. Oh G., Pae H. Inhibitory effect of retinoic acid on expression of inducible nitric oxide synthase gene in L929 cells // Immunopharmacol. Immunotoxicol. – 2001. – Vol. 23. – N. 3. – P. 335 – 342.
15. Kang M., Yoon Y. Protective effect of retinoic acid on interleukin-1β-induced cytotoxicity of pancreatic β-cells // Mechanisms of Ageing and Development. – 2004. – Vol. 125. – P. 483 – 490.
16. Koerber K., Sass G., Kierner A. In vivo regulation of inducible no synthase in immunemediated liver injury in mice // Hepatology. – 2002. – Vol. 5, N 36. – P. 1061-1069.
17. Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 123, № 1. – P.265 – 273.
18. Mathias M.B., Werner H.B., Wacker E.R. NO-synthase and its biochemical pathways // FEBS Lett. – 1991. – Vol. 288. – P. 187 – 190.
19. McNaughton L. Distribution of nitric oxide synthase in normal and cirrhotic human liver // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. – 2002. – Vol. 99, N. 26. - P. 17161 – 17166.
20. Mohammed N. Expression of nitric oxide synthase isoforms in human liver cirrhosis / J. Pathol. – 2003. – Vol. 200, N. 5. – P. 647 – 655.
21. Nisoli E., Clementi E., Paolucci C. Mitochondrial Biogenesis in Mammals: The Role of Endogenous Nitric Oxide // Cell Biology. – 2003. – Vol.7. – P. 896 – 899.
22. Palasthy Z., Kaszaki J., Lazar G. Intestinal nitric oxide synthase activity changes during experimental colon obstruction // Scand. J. Gastroenterol. – 2006. – Vol. 41, N. 8. – P. 910 – 918.
23. Sirsjoa A, Gidlofa A. Retinoic acid inhibits nitric oxide synthase -2 expression through the retinoic acid receptor-α // Biochem. and Biophys. Res. Comm. – 2000. – Vol. 270, N. 21. – P. 846 – 851.
24. Szabo S., Ischiropoulos H., Radi R. Peroxynitrite: biochemistry, pathophysiology and development of therapeutics // Nature Rev. – 2007. – Vol. 6. – P. 662 – 680.
25. Takeuchi K., Hatazava R., Tanigami M. Role of endogenous nitric oxide (NO) and NO synthase in healing of indomethacin-induced intestinal ulcers in rats // Life Sci. – 2007. – Vol. 80, N. 4. – P. 329 – 336.
26. Weinbach T.C. A procedure for isolating stadle mitochondria from rat liver and kidney // Analyt. Biochem. – 1961. – Vol. 2. – P. 335 – 343.
27. Wongsiriroj N., Piantedosi R., Palczewski K. The Molecular Basis of Retinoid Absorption // J. of Biol. Chem. – 2008. – Vol. 283, N. 20. – P. 13510 – 13519.
28. Zhong J., Huang D. Effect of all-trans retinoic acid on orphan receptor APJ signaling in spontaneously hypertensive rats // Cardiovascular Research. – 2005. – Vol. 65. – P. 743 – 750.

NO-SYNTHASE ACTIVITY IN MICE LIVER CELLS UNDER DIFFERENT VITAMIN A PROVISION

G.P. KOPYLCHUK, I.O. SHMARAKOV, I.M. BUCHKOVSKA, A.O. RYBENCHUK

*Investigated NO-synthase activity, NO production and generation of superoxide anion radical were studied in mitochondrion and postmicrosomal fractions of mice liver in the absence of vitamin A stores. It is determined that the increased activity of the inducible NO-synthase is accompanied with the increase of NO and superoxide anion production in mitochondria of *Lrat*^{-/-}-mice, as well in postmicrosomal fraction. The obtained results suggest the higher level of iNOS activity in mitochondria of knockout mice, compared to cytosolic NO-synthase.*

Key words: NO-synthase, nitric oxide, superoxide anion, vitamin A, liver.

Одержано редколегією 05.10.2010

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТЕРОТОКСИГЕННИХ *Escherichia coli* НЕСПЕЦИФІЧНИМ КЛІТИННИМ БІОСЕНСОРОМ НА ОСНОВІ ІНФУЗОРІЙ *Stylonichia mytilus*

Ю.С. Сухарєв¹, С.О. Гужвинська², С.Ю. Сухарєв¹

¹Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, біологічний факультет, Україна.

²ННЦ «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини» НААНУ, Харків, Yuriy_sukharev@mail.ru

Спосіб визначення ентеротоксинів *Escherichia coli* за допомогою неспецифічного клітинного біосенсора на основі інфузорій *Stylonichia mytilus*, що розширює технологічні можливості використання інфузорій в якості тест-об'єкту для ідентифікації ентеротоксигенних *E.coli*, за їхньою здатністю синтезувати ентеротоксини; відносного визначення кількості та термінів максимального накопичення ентеротоксинів в середовищі культивування, що дозволяє оптимізувати строки культивування токсигенних штампів при виробництві імунізуючих препаратів; виключає фактор суб'єктивності при візуальній оцінці результатів досліджень; дає можливість аналізувати складні суміші на присутність ентеротоксинів *E.coli* без передчасної їх очистки; володіє здатністю до виявлення низьких концентрацій ентеротоксинів у малих зразках; швидку відповідь; безпеку при використанні; точність результатів; доступність для масового виробництва.

Ключові слова: ентеротоксигенні *Escherichia coli*, інфузорії *Stylonichia mytilus*, неспецифічний біосенсор, діагностика, тест-системи, колібактеріоз, безклітинний супернатант.

Вступ. Перші роботи, що оцінюють можливість використання біосенсорів на основі одноклітинних організмів, для характеристики токсичних речовин з'явилися наприкінці 1990-х років (Тернер, 1992)

Унікальні можливості для експрес-аналізу бактеріальних токсинів можуть забезпечити неспецифічні клітинні біосенсори на основі інфузорій, що дозволяють проводити тестування на легко і швидко відтворюваних, генетично однорідних організмах, що мають значно нижчу вартість в порівнянні з іншими біологічними об'єктами (Олійник, 2004; Зубанов и др., 2006; Поляков, 2006; Шпонько, 2007).

У зв'язку з цим мета досліджень полягала в розширенні технологічних можливостей використання інфузорій в якості тест-об'єкта для ідентифікації ентеротоксигенних *E.coli*, відносного визначення кількості та термінів максимального накопичення термолабільного (LT) і термостабільного (ST) ентеротоксинів в середовищі культивування, що дозволить оптимізувати строки культивування при виробництві вакцинних препаратів, ідентифікувати ентеротоксин-продукуючі штами при діагностиці колібактеріозу, своєчасно проводити профілактичні та лікувальні заходи спрямовані на ліквідацію цього захворювання, а також здійснювати епідеміологічний моніторинг за присутністю і поширенням токсигенних штамів кишкової палички в навколишньому середовищі.

Новизна розробленого методу полягала в тому, що на відміну від простого біотестування, інфузорії *Stylonichia mytilus*, що виконують фун-

кцію біологічного елементу розпізнавання ентеротоксинів *E.coli*, швидко і достовірно визначали їх зміст і дуже низькі концентрації в малих зразках, а фізичний перетворювач, що складається з оптичної та електронної підсистеми, здійснював підрахунок загинів під дією токсинів інфузорій і оцінку ступеня токсичності в автоматичному режимі, що виключало фактор суб'єктивності при візуальній оцінці результатів.

Матеріали та методи досліджень. Істотні морфологічні і фізіологічні відмінності інфузорій обумовлюють різноманітність сфер їх використання в біологічній практиці, у зв'язку з чим в експериментах використовували інфузорій чотирьох видів: *Colpoda steinii*, *Paramecium caudatum*, *Tetrahymena pyriformis* і *Stylonichia mytilus*, люб'язно надані завідувачем кафедри зоології Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна к.б.н. А.Ю. Утевським.

Культивування інфузорій проводили в закритих чашках Петрі в середовищі Лозина-Лозинського, яке готували на дистильованій воді з додаванням наступних солей (г / л): NaCl - 0,1; KCl - 0,01; NaHCO₃ - 0,02; MgSO₄ - 0, 01; CaCl₂ - 0,01, підтримуючи оптимальну температуру 24-26 ° С. Пересів культур робили кожен раз за добу до постановки досліду. Як корм використовували сухі пекарські дріжджі, які додавали в середу під час пересіву культури (на 25 мл середовища - 1 шматочок сухих пекарських дріжджів ГОСТ 171-81, розміром з макове зернятко). Передозування кормом неприпустиме, оскільки воно призводить до пригнічення інфузорій або їх повної загибелі.

В якості досліджуваного об'єкта були викорис-

тані штами кишкової палички O9 і O26 (з колекції ННЦ "Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини" НААНУ, продуценти ST-і LT-ентеротоксинів, які виявили максимальну токсичність в досліді на білих безпородних мишах. Контролем був штам *E.coli* M-17, що представляє собою пробіотичний препарат, який надходить в аптечну мережу під назвою «Колібактерин» («Ромакол»), він не мав патогенних та токсигенних властивостей. В якості негативного контролю використовували стерильне живильне середовище культивування штамів *E.coli*, а також культуральний безклітинний фільтрат *P.vulgaris*.

Вивчаємі штами *E.coli* вирощували роздільно на живильному середовищі (Finkelstein, 1983) або синтетичної живильного середовищі (Сухарев та ін, 1992) протягом 18-24 годин при 37 ° С, відокремлювали бактеріальну масу центрифугуванням при 5000 g протягом 30-40 хвилин, або фільтруванням через стерилізуючі пластини фільтра Зейтца.

Вимоги до умов аналізу та параметрів програми:

- Температура в лунці в момент вимірювання не нижче 24-26 ° С;
- час експозиції інфузорій в лунці після їх пересадки з чашки Петрі, перед першим підрахунком - не менше 15 хвилин і залежить від встановлення оптимальної температури і чистоти лунки.
- Оптимальна щільність інфузорій - в межах 50-70 клітин в лунці;
- чистота лунок, критерієм якої служить відсутність у контролі пригнічення активності інфузорій через 60 хвилин після першого підрахунку.

Оптична підсистема апаратно-програмного комплексу, для реєстрації загиблих під дією ентеротоксинів *E.coli* інфузорій *Stylonichia mytilus*, забезпечувала надійну видимість об'єкта розміром 200-250 мкм (інфузорії *Stylonichia mytilus*) і захоплення в поле зору фотокамери всієї лунки мікропанелі діаметром 14 мм і глибиною 6 мм.

Електронна підсистема забезпечувала: зручне налаштування системи; визначення ступеня токсичності зразків у заданому числі лунок; введення і редагування необхідної додаткової інформації; запис отриманих результатів на диск і читання їх з диска; роздруківку отриманих результатів на принтері.

Підрахунок кількості тест-організмів проводили за допомогою апаратно-програмного комплексу, схема якого показана на рис.1. Випробування починали з внесення в лунки полістиролового планшета по три краплі тест-організмів, при цьому в лунку потрапляло близько 60 інфузорій.

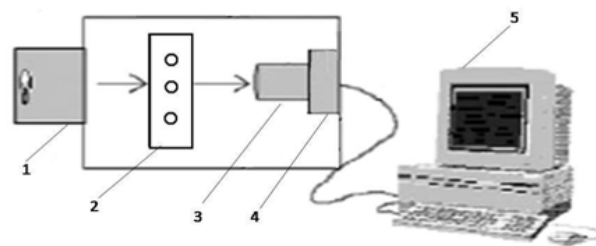


Рис. 1. Апаратно-програмний комплекс для реєстрації загиблих під дією ентеротоксинів *E.coli* інфузорій *Stylonichia mytilus*: 1-освітлювач; 2 - планшет з інфузоріями; 3 - об'єктив мікроскопа; 4 - цифрова фотокамера, 5 - ПК IBM/PC-486 з програмним забезпеченням.

Для тестування однієї проби використовували чотири повторності, при цьому 2 лунки були контрольними. У контролі використовували стерильне середовище Лозина-Лозинського, в якому інфузорії повинні залишатися живими.

Досліджувані розчин тестованих речовин вносили Пастерівською піпеткою в лунки планшета в кількості 4 крапель, не торкаючись поверхні середовища з внесеними раніше інфузоріями, після чого додавали 0,5-1,0% розчин трипанового синього.

Результати та їх обговорення. Прийшли до висновку, що в даному тесті можна використовувати лише один вид інфузорій – *Stylonichia mytilus*, так як тільки він виявився чутливим до виділеного *E.coli* ентеротоксину. Представники інших видів інфузорій не гинули в присутності ентеротоксинів *E.coli*, навіть при високих концентраціях.

Серед ознак, притаманних іншим інфузоріям, даний вид володів рядом унікальних властивостей. Здатність утворювати цисти спокою, стійкі до висушування, і швидкий перехід від стадії спокою до активної життєдіяльності, дозволяли отримувати на основі культури *Stylonichia mytilus* зручний у використанні сухий препарат-діагностикум з тривалим терміном придатності (24 місяців). Суттєвим була і та обставина, що загибель *Stylonichia mytilus* супроводжувалася їх повним лізисом, що дуже зручно при підрахунку інфузорій, що вижили.

Істотне значення при створенні тест-системи, мало нормування її початкового стану, який залежав від фізіологічного стану тест-об'єктів, що входили до її складу, тобто від фази росту культури і стадії життєвого циклу кожної окремої інфузорії.

Визначили, що оптимальним станом культури інфузорій, для отримання чутливої реакції у відповідь, була фаза експоненціального зростання (добова культура інфузорій), у зв'язку з чим, після додавання корму, чашку Петрі з культурою не чіпали протягом 4-х годин для отримання концентрованої культури інфузорій.

Так як тест-система в загальному випадку представляла собою неоднорідну сукупність клітин, їх загибель проходила не миттєво, а з деяким тимчасовим розсіюванням. Загибель інфузорій складалася з трьох етапів: зниження рухової активності (обертання навколо своєї осі); повна зупинка і лізис клітин.

У присутності ентеротоксинів *E.coli* інфузорії *Stylonichia mytilus* гинули протягом інтервалу часу, що є функцією концентрації токсинів. Через 60 хвилин після внесення проби, результат токсикологічного аналізу фіксували цифровою фотокамерою і переносили на екран монітора, де за допомогою програми «Totallab» здійснювали підрахунок загинув (забарвлених) інфузорій. Чисельність інфузорій через 60 хвилин експозиції розраховували за формулою: $n = n_2 \times 100\% / n_1$, де n_1 - загальна чисельність посаджених інфузорій, n_2 - загальна чисельність інфузорій через 60 хв. експозиції.

Ступінь токсичності тестованих безклітинних супернатантів токсигенних *E.coli*, визначали за кількістю інфузорій *Stylonichia mytilus*, що вижили відповідно до шкали, зазначеної в табл.1. Залежність загибелі інфузорій *Stylonichia mytilus*, в безклітинних супернатантах токсигенних штамів *E.coli*, від експозиції показана на рис.2.

Таблиця 1.

Ступінь токсичності культуральних безклітинних супернатантів ентеротоксигенних штамів *E.coli*, що визначається за кількістю інфузорій *Stylonichia mytilus*, які вижили

Ступінь токсичності	Інфузорії які вижили, (%)
Нетоксичний	100-81
Малотоксичний	80-50
Токсичний	49-0

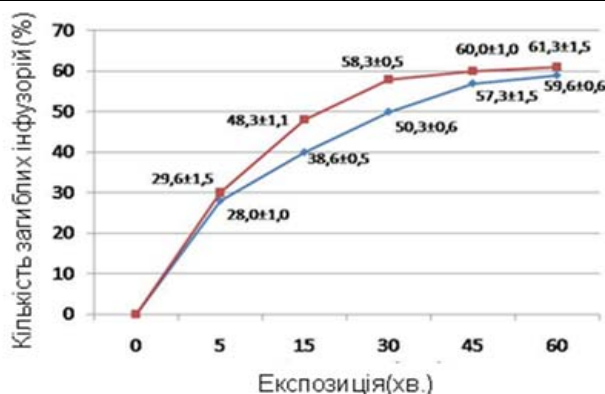


Рис.2. Залежність загибелі інфузорій *Stylonichia mytilus*, в безклітинних супернатантах токсигенних штамів *E.coli*, від експозиції. А-супернатант LT-продукуючого штаму; Б-супернатант ST-продукуючого штаму.

Для отримання достовірних даних дослід багаторазово повторювали, потім підраховували середній показник. Чим вище відсоток лізованих (загинув) інфузорій, тим більш токсичним був

культуральний супернатант, а досліджуваний штам *E.coli* відповідно-токсигенним (рис.3). Були визначені відносні кількості і терміни максимального накопичення LT-і ST-ентеротоксинів *E.coli* в поживних середовищах різного складу. Для цього токсигенні штами кишкової палички культивували в середовищі Finkelstein і Синтетичному живильному середовищі при 37 ° С, і через 18, 20 і 24 години здійснювали контроль токсичності, визначаючи кількість загинув *Stylonichia mytilus* в середовищі культивування.

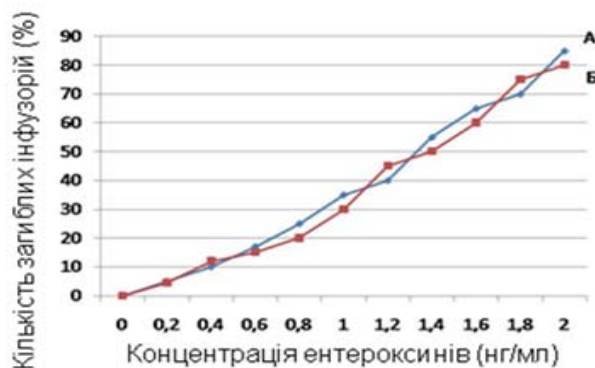


Рис.3. Залежність загибелі інфузорій *Stylonichia mytilus*, в безклітинних супернатантах токсигенних штамів *E.coli*, від концентрації ентеротоксинів. А-супернатант LT-продукуючого штаму; Б-супернатант ST-продукуючого штаму

Як контроль використовували не токсигенний штам, який вирощували в тих же умовах, стерильне середовище культивування токсигенних штамів і культуральний безклітинний супернатант *P.vulgaris*. Максимальне накопичення ентеротоксинів відмічалось через 24 години культивування, наслідком чого був більш високий відсоток загибелі інфузорій в супернатантах культур *E.coli* (табл.2).

Таблиця 2.

Кількість *Stylonichia mytilus* загинув в безклітинних супернатантах штамів *E.coli*, вирощених у синтетичному живильному середовищі

Досліджуваний зразок	Час культивування, год.	Загинув <i>Stylonichia mytilus</i> (%) $\bar{X} \pm s, n=4$
Токсигенний штам <i>E.coli</i> (ST ⁺)	18	55,0 ± 2,3
	20	60,0 ± 2,5
	24	97,5 ± 2,5
Токсигенний штам <i>E.coli</i> (LT ⁺)	18	59,5 ± 1,5
	20	63,5 ± 1,5
	24	98,0 ± 1,5
Не токсигенний штам <i>E.coli</i>	18	2,0 ± 0,2
	20	2,5 ± 0,2
	24	2,5 ± 0,2
Супернатант <i>P.vulgaris</i>	-	2,0 ± 0,2
Стерильне синтетичне середовище	-	2,0 ± 0,2

При додаванні до інфузорій безклітинного супернатанту штаму *E.coli*, продукуючого LT - ентеротоксин, загибель *Stylonichia mytilus* склала 59,5-98,0% і 55,0-97,5% -штаму- продуцента ST - ентеротоксина. Штам *E.coli* M-17 викликав загибель 2,0-3,0% *Stylonichia mytilus*, такий же відсоток загибелі (за рахунок спонтанно загинувших інфузорій) відбувався при внесенні стерильного середовища культивування токсигенних штамів і культурального безклітинного фільтрату *P.vulgaris*. Тенденція накопичення токсинів в процесі культивування тест-штамів *E.coli* у середовищі *Finkelstein*, була аналогічна культивуванню в Синтетичному живильному середовищі, проте концентрація токсинів нижча, про що свідчить нижчий відсоток загибелі *Stylonichia mytilus* при контакті з супернатантами токсигенних штамів. Таким чином, при тестуванні токсигенних властивостей кишкової палички за допомогою неспецифічного біосенсора на основі інфузорій *Stylonichia mytilus*, для здобуття достовірних результатів доцільніше використовувати багатше по живильним речовинам Синтетичне середовище, ніж середовище *Finkelstein*.

Порівнювали поріг чутливості тесту-реакції загибелі *Stylonichia mytilus* до ентеротоксинів *E.coli* з тестами: лігрованої петлі кишковика кролика, дермoneкротичної проби на кроликах, набряку лап білих мишей і анальної проби на мишатах смоктунах.

Встановили, що інфузорії реагували на концентрації токсинів на один-два порядки нижче, ніж тепловорвни тварини, про що свідчать дані табл.3.

Висновки. Розроблений метод ідентифікації ентеротоксигенних *E.coli*, за допомогою неспецифічного клітинного біосенсора на основі інфузорій *Stylonichia mytilus*, дозволив досить ефективно визначати вміст ентеротоксинів в культуральних безклітинних супернатантах *E.coli*, ізолюваних від хворих і полеглих тварин, і може застосовуватися в умовах лабораторій, що не мають можливості використовувати спеціальне дороге устаткування для спостереження за специфічними тест-реакціями, при діагностиці колібактеріозу. Метод володіє високою чутливістю,

експресністю, надійністю, універсальністю і малою собівартістю. Він простий в проведенні, піддається інструменталізації і автоматизації, а його результати легко інтерпретуються. В порівнянні з тестами на інших видах тварин він володіє значними перевагами в у економічній, методичній і етичній сферах.

Таблиця 3.

Поріг чутливості тесту-реакції загибелі *Stylonichia mytilus* і вищих тварин до ентеротоксинів *E.coli*.

Тест реакції	Поріг чутливості до ентеротоксинів <i>E.coli</i>
Лігрована петля кишковикаткролика	50-30 мкг/мл
Дермoneкротична проба на кроликах	20-15 мкг/мл
Набряк лап білих мишей	15-10 мкг/мл
Анальна проба на мишатах-смоктунах	50-40 нг
Загибель <i>Stylonichia mytilus</i>	0,4-0,2 нг

Список літератури:

1. А.С. СССР, МКИ 5 А 61 К 39/108. (СССР). Синтетическая питательная среда для получения термостабильного энтеротоксина *Escherichia coli* /Ю.С. Сухарев, Г.В. Гнатенко (СССР).- N 4930440/13; заявл. 28.03.91; опубл. 30.07.92, бюл. 28.
2. Биосенсоры: основы и приложения / Под ред. Э. Тернера и др. М.: Мир.- 1992.- 614 с.
3. Зубанов П. А., Виноходов Д. О., Филимон Е. В. Зависимость чувствительности *Paramecium caudatum* к токсичным веществам от условий обитания // IV съезд Общества биотехнологов России им. Ю. А. Овчинникова (17–19 октября 2006 г.), Пушкино.- 2006.- С. 90-96.
4. Олійник Л.В. Розповсюдження ешерихій та оцінка їх патогенного потенціалу //Ветеринарна медицина: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Харків.- 2004. –№83. –С.167-170.
5. Поляков Н. Л., Виноходов Д. О., Виноходов В. О. Новый экспресс-метод определения токсичности мясopодуктов //Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины. - 2006. -Т.180.-С. 210-219.
6. Шпонько Ю.Б. Совершенствование методов лечения и профилактики эшерихиоза поросят //Ветеринарная патология.- 2007.-№1 (20).
7. Finkelstein R. A. Enterotoxins: brief historical overview and introduction //Progr. Food and Nutr. Sci.-1983.-7.-№3-4-P.133-138.

METHOD AUTHENTICATION OF ENTEROTOXIGENIC *ESCHERICHIA COLI* BY HETEROSPECIFIC CELLULAR TOUCHCONTROL ON BASIS OF INFUSORIA *STYLONICHIA MYTILUS*

Y.S. SUHAREV, S.A. GUZHVINSKA, S.Y. SUHAREV

Method of determination of enterotoxins of Escherichia coli by heterospecific cellular touchcontrol on the basis of infusoria of Stylonichia mytilus, which extends technological possibilities of the use of infusoria as a test-object for authentication of enterotoxigenic E.coli, on their ability to synthesize enterotoxins; relative determination of amount and terms of maximal accumulation of enterotoxins in the environment of cultivation, that allows to optimize the terms of cultivation of toksigennikh cultures at the production of immunizing preparations; to eliminate the factor of subjectivity at visual estimation of results of researches; enables to analyse difficult mixtures on the presence of enterotoxins of E.coli without their pre-cleaning; to expose the low concentrations of enterotoxins in small standards; rapid answer; safety at the use; exactness of results; availability for a mass production.

Key words: enterotoxigenic Escherichia coli, infusoria Stylonichia mytilus, heterospecific touchcontrol, diagnostics, test-sistem, colibacterioz, cell-free supernatant.

Одержано редколегією 13.11.2010

Біологічні системи. Т. 2. Вип. 4. 2010

ЭКСПРЕССИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ОКСИДОРЕДУКТАЗ И ЭСТЕРАЗ В ТКАНЯХ СЕМЯН И ЛИСТЬЕВ *GINKGO BILOBA*

Л.Ф. Дьяченко, Т.Г. Алексеева, В.Н. Тоцкий, В.А. Топиков

Каф. генетики і молекулярної біології, біологічний факультет,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
65026, Одеса, вул. Дворянська, 2
Для листування: 65059, Одеса, вул. Краснова, 11а, Дьяченко Л.Ф.
Моб. Дьяченко – 0964209125, моб. Алексеевой – 0661337852
E-mail: diachenkolf@mail.ru, tatyana_501_80@mail.ru

Изучены электрофоретические спектры множественных молекулярных форм пероксидазы (КФ 1.11.1.7), супероксиддисмутазы (КФ 1.15.1.1) и эстераз (КФ 3.1.1) эндосперма (мегагаметофит) семян и листьев Ginkgo biloba L. Установлены достоверные различия в соотношении (долях) и экспрессивности отдельных изоформ исследованных ферментов в гаплоидной и диплоидной тканях гинкго. Сложность спектра, оцениваемая по показателю внутреннего разнообразия (K_D), для пероксидазы тканей эндосперма в несколько раз ниже, чем для тканей листьев. K_D эстераз эндоспермов семян и листьев растений закрытого грунта практически не различаются. В листьях растений открытого грунта данный показатель вдвое больше, что свидетельствует о разной значимости генетических и паратипических факторов для экспрессии исследуемых эстераз растений при разных условиях обитания. Кратковременное воздействие на листья гинкго in vitro повышенной или пониженной температуры не сопровождается видимыми изменениями экспрессивности пероксидазы или супероксиддисмутазы.

Ключевые слова: Ginkgo biloba, множественные формы ферментов, гаплоидная и диплоидная ткани

В последнее время наблюдается повышение интереса исследователей разных специальностей к *Ginkgo biloba* L. – современнику динозавров, реликтовому растению и единственному представителю своего семейства Ginkgoaceae Engl. Главной причиной повышенного внимания к гинкго следует считать наличие в листьях и плодах гинкго биологически активных веществ, нашедших практическое применение в фармакотерапии некоторых сосудистых заболеваний (Singh et al., 2008). Листья гинкго обладают высокой инсектицидной активностью (Gertz et al., 2004). Кроме того, гинкго является великолепным озеленителем для жилых массивов и желанным компонентом парков – он практически не поражается вирусными и грибными заболеваниями, устойчив к засухе и загрязнению воздуха (Ивченко и др., 2006; Wang et al., 2006; Шлапак и др., 2008).

Высокая адаптивность гинкго, позволившая этому растению пережить катастрофические изменения климата Земли за многие миллионы лет существования, объясняет большой интерес исследователей к этому виду. В недавней статье В. Ф. Семихатова и др. (2006) изложены предполагаемые причины выживаемости гинкго в меняющихся климатических условиях – относительно высокая эволюционная продвинутость гинкго, оптимизация соотношения аминокислотного состава зародыша и эндосперма и высокое содержание пролина как фонда быстрого реагирования на стрессовые условия. Среди других

предполагаемых механизмов стрессоустойчивости гинкго – наличие эффективных белков защиты, в частности противобактериальных и противогрибных, исследованию которых уделяют большое внимание (Huang et al., 2000; Selitrennikoff, 2001).

Должен существовать и генетический механизм адаптации, опосредованный через экспрессивность ферментов, выполняющих в клетке анаболические, энергетические и защитные функции. Существует мнение, что сохранность семян гинкго при низкой температуре (+4 °C) в определенной степени зависит от активности аскорбатпероксидазы и глутатионпероксидазы [Sawano et al., 2007]. Установлено, что эти антиоксидантные ферменты гинкго сами по себе не способны противостоять оксидативному стрессу в тканях семян при их длительном хранении. По видимому, в тканях растений существует сложная генетически детерминированная система белковой защиты от оксидативного стресса. Недавно было сообщено о выделении нового антиоксидантного белка из альбумина семян гинкго (Tommasi et al., 2006). Появляются сообщения об идентификации и клонировании все новых генов, продукты которых играют роль в успешной адаптации гинкго к внешним условиям (Shen et al., 2005, 2008; Huang et al., 2010).

В защитную ферментативную антиоксидантную систему клетки входит ряд ферментных систем, в том числе пероксидаз (Prx), супероксиддисмутаз (Sod) и других (Андреева, 1988; Grene,

2002). На действие факторов внешней среды ген-энзимные системы клетки реагируют либо изменением набора экспрессирующихся изоформ ферментов, либо изменением уровня их экспрессивности (Андреева, 1988; Breda et al., 1993; Dowd et al., 2000). Пероксидаза – широко распространенный фермент, участвующий в механизмах адаптации растений к физическим и биологическим воздействиям. Супероксиддисмутаза вместе с другими компонентами антиоксидантной системы позволяет клетке избежать тяжелых последствий токсического действия свободных супероксидных радикалов – разрывов цепей ДНК, повреждения мембран клеток, инактивации ферментов и т.п. (Поберезкина и др., 1989). Эстеразы (Est) – высокополиморфная группа ферментов, контролирующихся большим числом генов и проявляющих широкую субстратную специфичность (Кудрякова, 1982; Глазко и др., 1993). Несмотря на важное значение упомянутых ген-энзимных систем в адаптации растений и тот очевидный факт, что гинкго как вид в этом отношении привлекает большое внимание, в доступной литературе недостаточно информации о содержании и экспрессивности ряда ферментов, в том числе оксидоредуктаз и эстераз в тканях гинкго, а также их реакции на температурный стресс. Особо внимание привлекает наличие в гинкго мегагаметофитов, состоящих из гаплоидной ткани. В связи с этим целью данной работы явилось изучение электрофоретических спектров пероксидаз, супероксиддисмутаз и эстераз в гаплоидной и диплоидной тканях гинкго - в семенах и листьях растений.

Материал и методы исследования. В данной работе использовали семена четырех женских деревьев (по 10 семян с каждого). Деревья обозначили как I, II, III и IV, их возраст примерно 50 лет. Опавшие семена собрали в конце февраля 2010 г., для анализа брали гаплоидный эндосперм. Часть семян в условиях лаборатории поместили в грунт, из них выросли деревца высотой 10 – 12 см с 5 – 6 листьями. Листья для анализа ферментов брали с этих растений, а также с вышеупомянутых деревьев. Для определения реакции ферментов на температурный стресс лист разрезали на три части, каждую из которых помещали на влажную фильтровальную бумагу в чашках Петри: одну чашку оставляли при комнатной температуре (контроль), вторую при +2 °C на 3 часа, третью – при +40 °C на такой же срок, по истечении которого из тканей листьев проводили экстракцию ферментов.

Из тканей эндосперма ферменты экстрагировали буфером (0,05 М трис-HCl, pH 6,8, 0,01 % дитиотреитол, 0,1 % аскорбиновая кислота, 0,1 % ЭДТА, 1 % Тритон X-100, 15 % сахароза) в соот-

ношении ткань: буфер 1 : 1, из тканей листьев - в соотношении 1:2 (Топтиков и др., 2002). Электрофоретическое разделение изоформ ферментов проводили в 7,5 % полиакриламидном геле [Davis, 1964]. При разделении пероксидаз нагель наносили по 10 мкл экстракта (10 мкг общего белка), для супероксиддисмутаз и эстераз – по 20 мкл (20 мкг белка). Пероксидазы визуализировали с помощью бензидина (Гааль и др., 1982), супероксиддисмутазы – с нитротетразолием синим (Бернстон, 1965), эстеразы – в присутствии α - и β -нафтилацетата с помощью диазолия синего С (Корочкин и др., 1977). Анализ электрофореграмм осуществляли в соответствии с компьютерной программой АнаИС, с помощью которой для каждой изоформы определяли ее удельный вес в общем спектре данного фермента (%), а также площадь и интенсивность окрашивания (в условных единицах - пикселях) соответствующих полос. Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерного пакета математического анализа данных Excel. Оценку внутреннего разнообразия спектров проводили по формуле (Топтиков и др., 2010):

$$K_D = \frac{\log_2 N}{\sum p_i^2},$$

где K_D – показатель разнообразия спектра, N – количество фракций в спектре, p_i – удельный вес (относительная доля в спектре, %) каждой исследуемой фракции.

Результаты исследований и их обсуждение.

В тканях гаплоидного эндосперма семян гинкго из трех исследовавшихся ферментов наиболее активной оказалась супероксиддисмутаза. Электрофоретически выявлено 12 изоформ этого фермента (табл. 1). Из них изоформа Sod 9 имеет наибольший удельный вес в спектре и варьирует в пределах 11 – 16 %. Хотя электрофоретические спектры Sod семян визуально почти идентичны, математический анализ показал, что в общем спектре процентное содержание отдельных изоформ фермента (их относительная доля или удельный вес) достоверно различается при анализе образцов, взятых от разных деревьев. Удельный вес отдельных изоформ супероксиддисмутазы в эндосперме растения I отличается от такового остальных растений по содержанию Sod 3, 8, 10, 11 от дерева II; относительными долями Sod 1, 3, 6, 10, 11 от дерева III и удельным весом фракций Sod 1, 3, 8, 9 от дерева IV.

Анализ уровней экспрессивности изоформ супероксиддисмутазы показал, что наибольший полиморфизм по этому признаку наблюдается в эндосперме семян, собранных с дерева IV (табл. 1). В целом экспрессивность восьми из двенадцати форм супероксиддисмутазы в эндосперме семян этого дерева достоверно отличается от экспрессивности тех же форм в эндосперме семян дерева I. Суммар-

ная экспрессивность фермента в семенах деревьев I и II практически одинакова, а в семенах деревьев

III и IV соответственно на 10 % и 18 % меньше, чем у предыдущих.

Таблица 1

Характеристика изоформ супероксиддисмутазы эндосперма семян разных деревьев гинкго

Эндосперм растения, №	Изоформы												K _D
	Sod 1	Sod 2	Sod 3	Sod 4	Sod 5	Sod 6	Sod 7	Sod 8	Sod 9	Sod 10	Sod 11	Sod 12	
	Средние величины долей (%)												
I	3,5±0,2	6,3±0,2	7,5±0,2	7,1±0,21	6,7±0,1	7,1±0,1	8,3±0,2	10,2±0,4	14,8±0,6	10,7±0,2	9,8±0,4	8,0±0,8	38,5±0,3
II	4,1±0,3	6,3±0,2	8,6**±0,2	6,8±0,1	6,9±0,2	7,0±0,3	7,9±0,2	8,3**±0,3	13,9±0,8	9,8*±0,3	10,7*±0,2	9,8±0,5	39,2±0,5
III	4,2*±0,2	6,0±0,2	8,9**±0,2	7,5±0,3	7,0±0,2	6,5*±0,2	8,5±0,3	9,8±0,2	16,4±0,4	9,8*±0,3	8,2*±0,2	7,2±0,4	38,1±0,3
IV	4,9*±0,2	6,8±0,4	9,6*±0,6	7,4±0,3	7,2±0,3	6,8±0,3	8,0±0,3	8,6*±0,3	11,6*±0,7	10,3±0,5	9,4±0,7	9,3±1,7	39,2±0,6
	Экспрессивность изоформ (пиксели)												Сумма
I	32,5±2,4	58,7±3,1	69,4±2,6	65,3±2,3	62,3±2,4	65,2±2,5	76,9±3,58	93,4±2,8	136,8±6,4	98,9±3,5	90,6±3,7	73,9±7,8	940,8±18,1
II	39,2±2,6	60,7±2,9	84,3*±4,3	66,1±2,4	66,5±2,9	67,5±3,5	76,7±3,2	81,8±5,8	136,5±10,5	95,1±3,1	104,6±5,3	96,1±7,18	957,3±42,7
III	35,9±2,1	50,6*±1,7	75,8±2,7	62,8±2,4	59,4±1,2	54,7*±1,3	72,2±2,6	83,2*±1,9	139,1±4,3	83,2*±3,3	69,2**±2,5	61,2±4,2	852,1*±15,7
IV	37,5±1,6	51,8±2,9	73,0±3,8	56,8*±1,3	55,7**±1,9	52,4**±1,9	61,4**±3,1	66,3**±3,3	88,3**±4,3	79,0**±3,6	73,7*±6,8	74,4±16,2	777,7**±21,8

Примечание здесь и далее: * - : n = 10 семян каждого дерева, * - P ≤ 0,05, ** - P ≤ 0,005 при сравнении с объектом I

В спектре эстераз эндосперма семян гинкго в условиях наших опытов выявлялось 7 изоформ с Rf 0,08 – 0,50. По процентному содержанию этих изоформ семена разных деревьев гинкго довольно схожи, однако имеют место достоверные различия между средними величинами долей отдельных изоформ (табл. 2). Сказанное касается изоформ Est 3 и 5 из семян дерева II; - Est 1, 4, 5, 7 (дерево III) и Est 1, 6, 7 из семян дерева IV при

сравнении их долей с долями эстераз эндосперма семян, собранных с дерева I.

Экспрессивность отдельных изоформ эстераз семян разных деревьев различается меньше, чем их удельный вес в спектре (табл. 2). Достоверные различия экспрессивности наблюдаются для одной – двух изоформ и существенно не влияют на суммарную экспрессивность этого фермента в семенах.

Таблица 2

Характеристика изоформ эстераз эндосперма семян разных деревьев гинкго

Эндосперм растения, №	Изоформы							K _D
	Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	
	Средние величины долей (%)							
I	9,2 ± 0,5	14,6 ± 0,7	16,7 ± 1,0	12,9 ± 0,6	17,9 ± 1,8	12,7 ± 0,7	15,9 ± 1,5	18,1 ± 0,3
II	9,9 ± 0,7	15,6 ± 0,9	19,7* ± 1,1	13,2 ± 0,6	10,6** ± 0,8	13,9 ± 1,5	17,6 ± 1,2	17,9 ± 0,7
III	120** ± 0,5	13,4 ± 0,7	18,9 ± 0,9	15,2* ± 0,6	15,6* ± 0,8	13,7 ± 0,2	11,2* ± 0,9	18, ± 0,1
IV	108** ± 0,9	13,9 ± 0,9	16,2 ± 0,7	13,0 ± 0,7	20,3 ± 2,4	15,0* ± 0,6	10,0* ± 0,9	18,1 ± 0,7
	Экспрессивность изоформ (пиксели)							Сумма
I	29,2 ± 4,7	46,0 ± 6,7	51,1 ± 6,1	41,9 ± 7,8	56,9 ± 10,2	40,8 ± 7,4	50,4 ± 8,3	316,4 ± 47,7
II	28,1 ± 1,9	44,4 ± 2,4	56,3 ± 3,3	38,0 ± 2,5	30,6* ± 3,0	38,1 ± 4,3	50,7 ± 3,9	286,3 ± 11,1
III	45,5* ± 3,6	51,4 ± 4,9	71,9* ± 6,0	56,5 ± 3,0	57,7 ± 2,6	51,8 ± 3,1	41,6 ± 2,6	376,5 ± 19,6
IV	44,8* ± 4,0	57,9 ± 4,1	67,4 ± 4,3	54,0 ± 4,1	83,4 ± 9,9	62,1* ± 3,1	44,9 ± 3,2	414,4 ± 15,0

Спектр пероксидазы (Ргх) тканей эндосперма гинкго состоит из двух изоформ в случае семян деревьев II и III и трех изоформ в случае остальных растений (табл. 3). В связи с этим процентное содержание отдельных изоформ в спектре Ргх семян деревьев II и III достоверно отличается от аналогичных показателей семян деревьев I и IV. Суммарная экспрессивность пероксидазы семян у трех исследованных растений практически одинакова, в эндосперме семян дерева I - на 70 - 75 % выше. Сказанное касается и экспрессивности отдельных изоформ фермента.

Пероксидаза из тканей листьев гинкго разделяется на 7 фракций с относительной подвижностью Rf 0,25 – 0,76 (табл. 4). Полученные данные свидетельствуют о том, что удельный вес отдельных изоформ в общем спектре пероксидазы листьев зависит от условий выращивания растений. Так, процентное содержание четырех изоформ (Ргх 4 – 7) разное в листьях растений, вы-

ращенных в лабораторных и природных условиях обитания. В листьях гинкго открытого грунта значительно выше доля электрофоретически медленно движущейся изоформы Ргх 7 (Rf 0,25) – более, чем в 4 раза. Доли быстropодвижных форм пероксидазы (Ргх 1 – 3) одинаковы в тканях листьев обоих исследованных вариантов.

Таблица 3

Характеристика изоформ пероксидазы эндосперма семян разных деревьев гинкго

Растения	Изоформы			K_D
	Prx1	Prx 2	Prx 3	
	Средние величины долей			
I	39,1 ± 4,8	24,7 ± 4,1	36,2 ± 2,3	4,0 ± 0, 2
II	0	54,5** ± 2,1	45,4** ± 2,1	2,0 ± 0,0
III	0	54,0** ± 0,9	46,0** ± 0,9	2,0 ± 0,0
IV	28,8 ± 6,4	33,8 ± 4,5	37,3 ± 2,6	3,7 ± 0,4
	Экспрессивность изоформ (пиксели)			Сумма
I	183,9 ± 22,8	101,8 ± 5,3	162,6 ± 15,9	448,4 ± 26,9
II	0	141,2** ± 7,4	118,6* ± 7,7	259,8** ± 11,5
III	0	132,7* ± 4,9	113,6** ± 5,7	246,3** ± 9,9
IV	78,1** ± 18,6	81,6 ± 8,8	92,5** ± 7,4	252,2** ± 19,8

Таблица 4

Характеристика изоформ пероксидазы листьев растений гинкго в норме и после температурного стресса

Грунт, температура	Изоформы							K _D
	Prx 1	Prx 2	Prx 3	Prx 4	Prx 5	Prx 6	Prx 7	
	Средние величины долей (%)							
З-К +20 °С	16,5 ± 1,9	22,1 ± 1,3	13,1 ± 0,9	12,5 ± 0,5	16,1 ± 0,7	15,2 ± 0,9	4,4 ± 2,0	16,4 ± 0,8
З-Х +2 °С	15,1 ± 2,1	22,3 ± 1,7	14,5 ± 1,0	11,9 ± 0,7	17,9 ± 1,1	13,6 ± 0,9	4,6 ± 2,1	16,2 ± 1,0
З-Т +40 °С	16,1 ± 2,3	22,0 ± 0,9	13,2 ± 1,3	11,6 ± 0,3	17,9 ± 1,4	14,6 ± 1,2	4,6 ± 2,1	16,2 ± 1,0
О-К +20 °С	19,4 ± 0,5	19,0 ± 0,6	12,4 ± 0,4	8,5** ± 0,4	12,9** ± 0,7	8,6** ± 0,7	18,7** ± 1,0	17,9 ± 0,2
О-Х +2 °С	19,1 ± 0,8	19,2 ± 0,5	11,7* ± 0,8	8,4** ± 0,6	12,9** ± 0,8	9,3** ± 0,9	19,4** ± 1,4	17,5 ± 0,3
О-Т +40 °С	19,2 ± 1,0	19,8 ± 0,7	13,3 ± 0,8	9,4* ± 0,6	12,7* ± 1,3	8,6** ± 0,4	17,1** ± 1,5	17,7 ± 0,3
	Средние величины экспрессивности							Сумма
З-К +20 °С	97,2 ± 7,3	108,0 ± 8,4	64,5 ± 5,8	61,2 ± 3,2	79,2 ± 5,6	74,2 ± 4,7	22,5 ± 10,1	489,0 ± 19,4
З-Х +2 °С	77,2 ± 7,0	118,3 ± 13,1	78,5 ± 11,4	62,9 ± 5,6	94,5 ± 8,6	71,0 ± 5,1	25,5 ± 11,5	528,0 ± 39,6
З-Т +40 °С	79,7 ± 8,3	111,9 ± 7,2	67,6 ± 7,7	59,3 ± 3,4	92,2 ± 11,0	73,2 ± 4,7	23,9 ± 10,9	507,8 ± 21,2
О-К +20 °С	118,4** ± 9,6	117,4 ± 12,0	76,0 ± 7,6	53,3 ± 6,5	80,26 ± 9,9	55,5** ± 3,2	112,4** ± 7,1	613,3* ± 51,5
О-Х +2 °С	114,9** ± 9,6	114,9 ± 8,9	70,1 ± 7,4	50,63 ± 5,6	78,8 ± 10,4	54,5* ± 3,7	115,3** ± 10,6	599,3 ± 44,7
О-Т +40 °С	115,3* ± 13,0	117,1 ± 9,2	79,6 ± 9,0	57,1 ± 7,3	77,4 ± 12,7	50,8** ± 4,5	98,9** ± 6,9	596,3 ± 49,2

Примечание : З-К- закрытый грунт-контроль, Т- тепловой стресс, Х- холодовой стресс, О- открытый грунт, n = 10 в каждом варианте, * - $P \leq 0,05$, ** - $P \leq 0,005$ при сравнении соответствующих вариантов открытого и закрытого грунта

Экспрессивность отдельных изоформ пероксидазы в листьях растений закрытого и открытого грунта тоже разная – достоверные различия этих показателей наблюдаются у трех из семи изоформ фермента (табл. 4). В листьях растений открытого грунта существенно повышена экспрессивность Prx 1 и 7, в результате чего суммарная экспрессивность этого фермента в листьях растений открытого грунта по сравнению с листьями комнатных растений увеличена на 16 %.

При электрофорезе эстераз тканей листьев гинкго (рис. 1г) выявлено семь изоформ, процентное содержание которых в тканях растений открытого и закрытого грунта не отличается. В то же время интенсивность экспрессии отдельных изоформ у этих растений не одинакова. В диплоидной ткани листьев растений открытого

грунта во всех образцах наиболее активно экспрессируются Est 3 и 4. Достоверного различия между суммарной экспрессивностью эстераз у исследуемых растений не наблюдается (183 и 246 усл. ед. в листьях растений закрытого и открытого грунта соответственно (при $P \geq 0,05$)).

Различия между исследуемыми характеристиками ферментов в листьях растений закрытого и открытого грунта может быть вызвано разной степенью варибельности факторов внешней среды в этих случаях. В лаборатории условия произрастания растений были более стабильными и благоприятными, что способствовало более полному проявлению генотипического потенциала растений и уменьшению неблагоприятных паратипических влияний

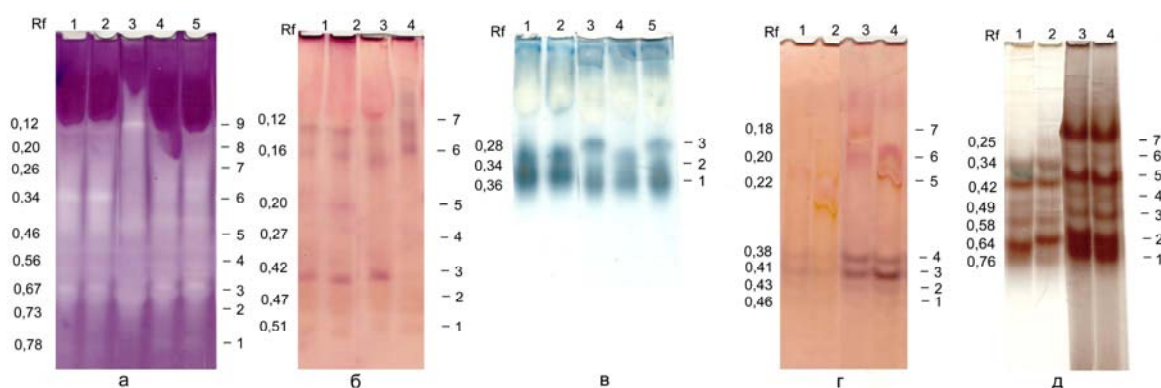


Рис. 1. Электрофореграммы ферментов тканей гинкго. Эндосперм семян: а – супероксиддисмутаза; б – эстераза; в – пероксидаза; 1, 2 – дерево III, 3 – 5 – дерево IV. Листья: г – эстераза; д – пероксидаза; 1, 2 – закрытый грунт, 3 – 4 – открытый грунт

Электрофореграммы исследуемых ферментов из тканей гаплоидного эндосперма и диплоидных листьев свидетельствуют о неоднозначных изменениях состава изоформ и их экспрессивности (рис. 1). В листьях гинкго (диплоидная ткань) экспрессивность супероксиддисмутазы

оказалась настолько низкой, что ее не удалось определить электрофоретически. В противовес этому пероксидаза более сильно (примерно вдвое) экспрессируется в листовой ткани по сравнению с тканью гаплоидного эндосперма. Кроме того, в тканях некоторых листьев расте-

ний закрытого грунта отсутствует высокомолекулярная форма Prx 7, тогда как в тканях исследованных листьев открытого грунта эта форма всегда присутствовала (рис. 1д).

О существенном различии экспрессии ферментов в исследуемых тканях свидетельствует и сложность спектра ферментов, оцениваемая по показателю внутреннего разнообразия K_D . Упомянутый показатель отражает уровень контроля клетки над экспрессией исследуемого фермента. Значения K_D для пероксидазы в тканях эндосперма (4,0 – 2,0) в несколько раз ниже, чем в тканях листьев (16,2 – 17,9), что можно связать с усложнением генетического аппарата при переходе клеток в диплоидное состояние. При этом можно отметить существенное варьирование значений показателя K_D пероксидазы эндосперма семян от разных деревьев (табл. 3).

При сравнении K_D спектров эстераз следует отметить, что этот показатель одинаков в эндоспермах семян исследованных растений и в листьях растений закрытого грунта. В листьях растений открытого грунта данный показатель вдвое больше ($K_D = 35,1$), что свидетельствует о различиях систем генетического и эпигенетического контроля экспрессии исследуемых эстераз у растений при разных условиях их обитания.

Из представленных на рис 1б и 1г электрофореграмм видно, что хотя в гаплоидной ткани эндосперма и в диплоидной ткани листьев гинкго имеется по 7 изоформ эстеразы, в подавляющем большинстве они являются разными по электрофоретической подвижности формами. В листовой ткани отсутствуют некоторые медленно- и быстроподвижные формы эстераз, присутствующие в тканях эндосперма, т.е. четко прослеживается экспрессия разных изоформ фермента в гаплоидной и диплоидной тканях. Существенные различия по количеству и относительной подвижности наблюдаются также при сравнении в тех же тканях изоформ пероксидазы (рис. 1в, 1д). В листовой ткани дополнительно обнаруживаются 4-5 быстроподвижных форм этого фермента, что, вероятнее всего, обусловлено хлоропластами и содержащейся в них пероксидазы.

Наблюдаемые различия могут быть обусловлены спецификой ткани и связанной с нею дифференциальной активностью генов, так и различиями в плоидности исследуемых тканей. Так, анализ экспрессии 33 пероксидазных генов *A. thaliana* показал, что только часть из них активно экспрессируется во всех органах растения, тогда как некоторые «работают» только в определенных органах (Welinder et al., 2002). Показано также, что нет прямой связи между уровнем экспрессии генов пероксидазы и количеством белка в тканях (Dunand et al., 2002). Однозначного от-

вета об интенсивности синтеза белков в тканях разной плоидности нет. Так, имеются данные о различной интенсивности метаболизма и разной экспрессивности белков в гаплоидной и диплоидной тканях растений (Gomez et al., 2009). По данным других авторов, гаплоидные и аутодиплоидные ткани кукурузы мало отличаются количественным или качественным составом белков, хотя в ряде случаев при диплоидизации появляются новые белки, в том числе и новые изоформы эстеразы (Язловицкая и др., 1993; Jazlovys'ka et al., 1997).

Учитывая высокую адаптивную способность гинкго и то, что пероксидаза является одним из основных антистрессовых ферментов, интересно было проверить реакцию пероксидазы листьев этого растения на температурный стресс. На рис. 2 представлены электрофореграммы множественных форм пероксидазы из тканей листьев после кратковременного воздействия (3 часа) на них *in vitro* низкой (+2 °C) и высокой (+40 °C) температуры. Видно, что температурный стресс не вызывает качественных изменений спектра пероксидазы листьев, т.е. появления новых или исчезновения старых изоформ. Данные, представленные в табл. 4, свидетельствуют, что кратковременный температурный стресс не приводит и к количественным изменениям спектра этого фермента в листьях гинкго. Супероксиддисмутаза листьев при понижении или повышении температуры остается такой же малоактивной, как и в контроле.

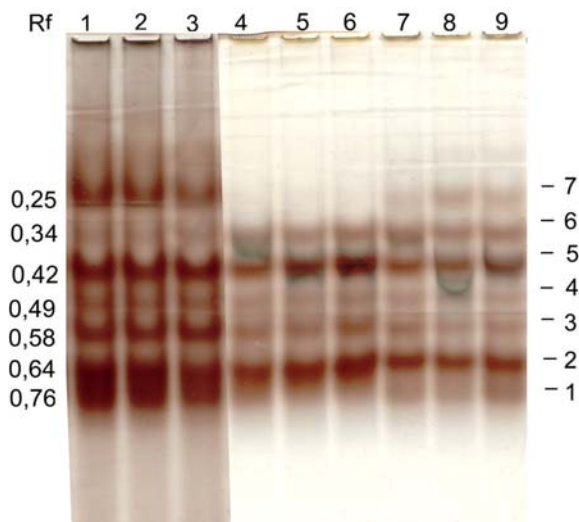


Рис. 2. Электрофореграммы пероксидазы листьев гинкго после температурного стресса. 1 - 3 – открытый грунт, 4 – 9 – закрытый грунт, 1, 4, 7 – контроль, 2, 5, 8 – +2 °C, 3, 6, 9 – +40 °C

По данным литературы стрессовые белки растений начинают активно синтезироваться уже через 3 – 5 мин. после начала воздействия пониженной или повышенной температуры. Хотя Prx

и Sod включены в состав стрессовых белков (Савич, 1989; Колесниченко и др., 2003; Косаковская, 2008), мы не склонны отводить им существенную роль при действии экстремальных факторов *in vitro* на изолированные органы растений. В то же время наблюдается значительное различие величин долей и экспрессивности Prx и эстераз в листьях растений открытого и закрытого грунта, что говорит о зависимости экспрессивности этих ферментов листьев от условий произрастания растений.

Таким образом, проведенные исследования показали, что имеются достоверные различия в соотношении и экспрессивности отдельных изоформ пероксидазы, супероксиддисмутазы и эстераз в гаплоидной ткани мегагаметофита и диплоидной ткани листьев гинкго. У гаплоидов проявляются как доминантные, так и рецессивные гены соответствующих диплоидных форм вследствие отсутствия альтернативных аллелей. Супероксиддисмутаза проявляет довольно слабую экспрессивность в тканях листьев по сравнению с тканями эндосперма. К подобному заключению пришли и другие авторы, выявившие в экстрактах листьев гинкго высокую пероксидазную активность по сравнению с другими ферментами (Park, 2006). Кратковременное воздействие на листья гинкго *in vitro* повышенной или пониженной температуры не сопровождается видимыми изменениями экспрессивности пероксидазы или супероксиддисмутазы, что, как правило, характерно для покрытосеменных растений. Значительно большие различия исследуемых показателей выявлены в листьях растений открытого и закрытого грунта.

Список литературы:

1. Андреева В. А. Фермент пероксидаза: Участие в защитном механизме растений. — М.: Наука, 1988. — 128 с.
2. Бернстон М. Гистохимия ферментов. — М.: Мир, 1965. — 455 с.
3. Гааль Э., Медьеша Г., Верецкеи Л. Э. Электрофорез в разделении биологических молекул. — М.: Мир, 1982. — 448 с.
4. Глазко В. И., Созинов И. А. Генетика изоферментов животных и растений. — Киев : Урожай, 1993. — 528 с.
5. Івченко А. І., Пацура І. М., Мельник А. С. Акліматизація деревних інтродуцентів та можливість впровадження їх в озеленення та лісове господарство // Лісове госп., лісова, паперова і деревообробна пром-ість. — 2006. — Вып. 32. — С. 38–44.
6. Колесниченко А. В., Войников В. К. Белки низкотемпературного стресса растений. — Иркутск : Арт-Пресс, 2003. — 196 с.
7. Корочкин Л. П., Серов О. Л., Пудовкин А. И. и др. Генетика изоферментов. — М.: Наука, 1977. —

- 275 с.
8. Косаковская И.В. Стрессовые белки растений - Киев : Видавництво Українського фітосоц. Центру. — 2008. — 153 с.
9. Кудрякова Н. В. Генетический контроль эстеразы у ржи: Автореф. дис. канд. биол. наук. — Л., 1982. — 18 с.
10. Поберезкина Н. Б., Осинская Л. Ф. Биологическая роль супероксиддисмутазы // Укр. биохим. журн. — 1989. — Т. 61, № 2. — С. 14–27.
11. Савич И. М. Пероксидазы — стрессовые белки растений // Усп. соврем. биол. — 1989. — Т. 107, вып. 3. — С. 406–417.
12. Семихатов В.Ф., Арефьева Л.П., Новожилова О.А., Прусаков А.Н. и др. Ginkgo biloba: биохимическая характеристика белков семян и оценка филогенетических отношений с голосеменными // Ботанический журнал. — 2006. — Т. 91, № 7. — С. 1001–1014.
13. Топтиков В. А., Дьяченко Л. Ф., Тоцкий В. Н. Оценка спектров множественных форм ферментов с помощью показателя уровня внутреннего разнообразия // Цитология и генетика. — 2010. — Т. 44, № 1. — С. 46–53.
14. Топтиков В. А., Мироть С. Л., Дьяченко Л. Ф., Тоцкий В. Н., Залогина М. А. Сопряженность устойчивости озимых мягких пшениц к Fusarium graminearum Schwabe и множественных молекулярных форм некоторых ферментов // Цитология и генетика. — 2002. — Т. 36, № 3. — С. 3–11.
15. Шлапак В. П., Музика Г. І, Терещенко Ю. А. Коніферетум як основа композиції хвойних рослин у національному дендрологічному парку "Софіївка" // Науковий вісник НЛТУ України. — 2008. — Вип. 18(12). — С. 214–218.
16. Язловицкая Л.С., Завалишина А.Н., Костышин С.С., Волков З.А. Полиморфизм белков при изменении уровня плоидности кукурузы // Физиол.и биохим. культ. раст. — 1993. — Т. 25, № 5. — С. 472–478.
17. Breda C., Huystee R. B., Esnault R. Differential expression of two peanut peroxidase cDNA clones in peanut plants and cells in suspension culture in response to stress.// Plant Cell Rep. — 1993. — Vol. 12. — P. 268–272.
18. Davis B. J. Disk electrophoresis. 2. Method and application to human serum proteins // Ann. N. Y. Acad. Sci. — 1964. — Vol. 121. — P. 404–427.
19. Dowd P. F., Hermis D. A., Berhow M. A., Lagrimini L. M., Mechanism of insect resistance in transgenic plants (over) expressing a tobacco anionic peroxidase // Plant perox. newsllett. — 2000. — Vol. 14. — P. 93–101.
20. Gertz H. J., Kiefer M. Review about Ginkgo biloba Special Extract EGb761 // Curr. Pharm. Des. 2004. — Vol. 10, N. 3. — P. 261–264.
21. Gomez A., Lopez J. A., Pintos B., Camafeita E., Bueno M.A. Proteomic analysis from haploid and diploid embryos of Quercus suber L. identifies qualitative and quantitative differential expression patterns // Proteomic. — 2009. - N 9 (18). — P. 4355–4367.
22. Grene R. Oxidative stress and acclimation mechanisms in plants // The Arabidopsis Book. — 2002. - P.

- 3 – 20.
23. Huang W., Deng Q., Xie B., Shi J. et al. Purification and characterization of an antioxidant protein from *Ginkgo biloba* seeds // *Food Res. International*. – 2010. – Vol. 43, I. 1. – P. 86–94.
 24. Huang X., Xie W., Gong Z. Characteristics and antifungal activity of a chitin binding protein from *Ginkgo biloba* // *FEBS Lett.* – 2000. – Vol. 478. – P. 123 – 126.
 25. Park S. Study of an Enzyme Activity in Extracts of *Ginkgo biloba* Leaves // *Bull. Korean Chem. Soc.* – 2006. – Vol. 27. – N 11. – P. 1885 – 1887.
 26. Sawano Y., Miyakawa T., Yamazaki H., Tanokura M. et al. Purification, characterization, and molecular gene cloning of an antifungal protein from *Ginkgo biloba* seeds // *Biological Chemistry*. – 2007. – Vol. 388, I.3. – P. 273 – 280.
 27. Selitrennikoff C. P. Antifungal Proteins // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2001. – Vol. 67, N 7. – P. 2883 – 2894.
 28. Shen G., Pang Y., Wu W., Miao Z. et al. Molecular cloning, characterization and expression of a novel jasmonate-dependent defensin gene from *Ginkgo biloba* // *J. Plant Physiology*. – 2005. – Vol. 162, I.10. – P. 1160 – 1168.
 29. Singh B., Gopichand Kaur P., Singh R. D., Ahuja P. S. Biology and chemistry of *Ginkgo biloba* // *Fittoterapia*. – 2008. – Vol. 79, I. 6. – P. 401 – 418.
 30. Tommasi F., Paciolla C., Concetta de Pinto M., De Gara L. Effects of storage temperature on viability, germination and antioxidant metabolism in *Ginkgo biloba* L. seeds // *Plant Physiol. and Biochem.* – 2006. – Vol. 44, I. 5-6. – P. 359 – 368.
 31. Wang L., Xing S.-Y., Yang K.-Q., Wang Z.-H. et al. Genetic relationships of ornamental cultivars of *Ginkgo biloba* analyzed by AFLP techniques // *Acta Genetica Sinica*. – 2006. – Vol.33, I. 11. – P. 1020 – 1026.
 32. Welinder R.G., Justesen A.F., Kjaersgard I.V., Jensen R.B et al. Structural diversity and transcription of class III peroxidases from *A. thaliana* // *Eur. J. Biochem.* – 2002. – Vol. 269, N 24. – P. 585 – 609.
 33. Jazlovyska L.S., Oplachko L.T., Tyrnov V.S., Volkov R.A. Protein synthesis in maize haploids and diploids during cultivation under normal condition and in the presence of phenol // *Ukr. Biochim. Zh.* – 1997. – Vol. 69, N 5-6. – P. 152 – 158.

THE EXPRESSION OF SOME OXIDOREDUCTASES AND ESTERASES OF *GINKGO BILOBA* SEEDS AND LEAVES

L. F. DIACHENKO, T. G. ALYEKSYEYeva, V. N. TOTSKY, V.A.TOPTIKOV

The electrophoretical spectra of multiple molecular forms of peroxidase (KФ 1.11.1.7), superoxiddismutase (KФ 1.15.1.1) and esterase (KФ 3.1.1) for the endosperm (megagametophyte) and leaves of Ginkgo biloba L. were investigated. The reliable differences in the ratio (fractions) and expressivity of investigated enzymes isoforms for diploid and haploid Ginkgo tissues were shown. The spectrum complexity have been estimated by the index of internal variety (K_D). Peroxidase K_D-index for the leaves tissues was significantly higher then one for endosperm tissues. There were no essential differences between esterase K_D for endosperm and leaves from the indoor Ginkgo plants. This index for the outdoor plants leaves was twice as high; it was the evidence of different vital importance of genetic and paratypical factors for the investigated esterase expression under various conditions. The brief impact of high and low temperatures in vitro haven't caused the apparent changes of peroxidase and superoxiddismutase expression.

Key words: Ginkgo biloba, multiple forms of enzymes, haploid and diploid tissues

Одержано редколегією 28.10.2010

ФІТОІНДИКАЦІЙНІ РЯДИ ВИДІВ-ТЕСТЕРІВ В ОЦІНЦІ
ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ

В.В. Бальковський, Г.А. Лисак

*Львівський національний аграрний університет
вул. Вл. Великого, 1, смт. Дубляни, Жовківський р-н, Львівська обл., 80381, Україна*

Динамічні зміни в природних ландшафтах показано з позицій фітоіндикації. Наведено список 36 найреальніших видів рослин-тестерів придатних для Західного Полісся. Встановлено фітоіндикаційні ряди залежно від систематичної групи рослин. Показана можливість фітоіндикаційних рядів фіксувати відмінності екологічних умов, а також стан сукцесії у складі рослинних угруповань.

Ключові слова: фітоіндикація, тестер, геокомплекс, індикаційний ряд, еда топ.

Постановка проблеми. Негативна динаміка екотопів є однією з найскладніших проблем у формуванні збалансованого розвитку та раціонального природокористування [6]. Процеси геохімічних перетворень ґрунтів залежать від природних явищ і агротехногенних чинників. Саме останні перетворюють ці процеси на деградаційні. Виникає посилена міграція і акумуляція біогенних елементів, відбувається пониження рівня ґрунтових вод і розвиваються елювіальні процеси, зменшується концентрація активних та обмінних сполук кальцію та азоту, зростає обмінна та гідролітична кислотність тощо [4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Динамічні процеси стану природних ландшафтів і порушених господарською діяльністю угідь можна визначити за допомогою біоіндикаційного і, зокрема, фітоіндикаційного обстеження [1, 2, 3, 6, 7]. Фітоіндикаційні методи оцінки стану екологічних умов надзвичайно ефективні в практиці. Їх, принаймні, можна використовувати при визначенні різних агротехнічних заходів, для прогнозування продуктивності угідь, їх цільового використання, для проведення реабілітаційних та гідротехнічних робіт [5, 6].

Постановка завдання. У нашій роботі викладено результати обстеження порушених різними господарськими заходами природних ландшафтів і сільськогосподарських угідь Західного Полісся. Дослідження виконувались на території Волинської та Рівненської областей протягом 2005-2008 рр. Встановлено критерії оцінок продуктивності земель аналізом складу і стану видів-тестерів. Такий підхід до оцінки природно-антропогенних геокомплексів є принципово новим і, як показали результати наших досліджень, цілком репрезентативним для впровадження в різні галузі землевпорядкування.

Методи досліджень. У своїй роботі ми спирались на бонітетувальні методи фітоіндикації, які дають можливість проводити рекогносцирувальну оцінку існуючої ситуації і використовуються для встановлення критеріїв оцінки екотопів [1, 3, 7]. При цьому встановлювали видовий склад тестерів, які широко використовуються у лісівництві, геоботаніці та агрономії [4].

Поєднуючи види-тестери за систематичною приналежністю, формували з них індикаційні ряди. Важливою властивістю означених рядів є те, що систематично споріднені види чутливо реагують на зміни екологічних умов, виявляючи пряму залежність від наявності або відсутності відповідних екологічних чинників.

Ми доповнили діючу систему тестерів новими видами, які в умовах Західного Полісся можуть використовуватись для індикації відповідних геокомплексів. Одночасно відмічені типи ґрунтів, на яких означені тестери здатні проявлятися в максимальних параметрах.

Результати досліджень. У процесі геоботанічних обстежень місцевих ландшафтів серед 236 видів-тестерів було виділено 36 найбільш репрезентативних таксонів (табл. 1).

Якщо аналізувати означені види фітотестерів, можна побачити, що абсолютно облигатних видів серед них немає. Тому присутність тестера можна використовувати тільки для виявлення бонітетувальних ознак середовища (еда топа): типів ґрунтів, їх кислотності, вмісту гумусу, рівня зволоженості тощо.

Навіть екотоп, як відповідник бонітету умов зростання на едафічній сітці, не завжди чітко відповідає названим фітотестерам, хоч в практиці їх називають індикаторами екологічних умов. Таким чином, стенобіонтність багатьох тестерів відносна.

Таблиця 1

Фітотестери індикації стану ґрунтів і продуктивності рослинних угруповань

№	Види рослин	Еколог	Типи ґрунтів			Ценотичні особливості		
			Тип	Гумус, %	pH сол.	Тип рослинності	Щільність, шт./м ²	Продуктивність, кг/м ²
1	<i>Corynephorus canescens</i> (L.) Beauv.	A ₀	Дерново-приховано і слабопідзолисті піщані	0.4-0.5	6.0	Луки суходільні	25±4	0.7±0.2
2	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	B ₀	Дерново-слабопідзолисті супіщані	0.7-1.0	5.8	Луки суходільні, рідколісся	12±3	1.4±0.5
3	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	B ₀	Дерново-слабопідзолисті глеюваті супіщані	1.0-1.2	5.3-5.8	Луки суходільні та перехідні	72±13	2.6±0.7
4	<i>Dianthus pseudosquarrosus</i> (Novak) Klok.	B ₀	Дерново-середньопідзолисті піщані	0.6-0.8	5.8-6.2	Рідколісся	2	-
5	<i>Sedum acre</i> L.	B ₁	Дерново-слабопідзолисті глейові супіщані та суглинкові	0.7-1.2	5.6-5.8	Луки суходільні та перехідні	10%	0.5±0.1
6	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	B ₁	Дерново-слабопідзолисті глеюваті піщані	0.6-0.7	4.9-5.6	Луки суходільні	14±3	2.1±0.3
7	<i>Carex praecox</i> Schreb.	B ₂	Дерново-середньопідзолисті глейові піщані	1.0-1.4	4.5-5.2	Луки суходільні	22±4	1.7±0.5
8	<i>Potentilla argentea</i> L.	B ₂	Дерново-слабо- і середньопідзолисті глеюваті піщані	1.2-1.7	5.2-5.8	Луки суходільні	7	0.3
9	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	B ₂	Дерново-сильнопідзолисті глейові супіщані та суглинкові	1.6-2.1	6.0	Луки суходільні	8	0.3
10	<i>Anthyllis macrocephala</i> Wend.	B ₃	Дерново-сильнопідзолисті глейові супіщані	2.1-2.3	5.9-6.1	Луки перехідні	3-4	-
11	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	B ₃	Сірі опідзолені	2.1-2.3	5.4-5.5	Бори, мішані ліси	1	0.7
12	<i>Carex vulpina</i> L.	B ₄	Лучно-болотні, торфувато-болотні	2.5- 3.3	5.2-5.4	Луки заплавні, евтрофні болота	18±5	1.7±0.5
13	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	B ₄	Торфово-болотні, торфовища низинні	9.2-12.0	4.7-5.3	Евтрофні болота	11±3	2.4±0.6
14	<i>Comarum palustre</i> L.	B ₅	Торфово-болотні, торфовища низинні	8.7-10.0	4.5-5.7	Евтрофні та перехідні болота	6	0.6
15	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	B ₅	Торфово-болотні, торфовища низинні	10.0	4.8-5.1	Евтрофні та перехідні болота	8±2	0.4±0.1
16	<i>Melica nutans</i> L.	C ₀	Сірі опідзолені	2.0-2.1	5.4-5.6	Луки суходільні	24±8	0.8±0.1
17	<i>Carex sylvatica</i> Huds.	C ₀	Сірі, темносірі опідзолені	2.1	5.5	Луки суходільні	38±12	1.2±0.3
18	<i>Asarum europaeum</i> L.	C ₁	Темно-сірі та чорноземи опідзолені	2.3-2.8	5.7	Мішані та листяні ліси	18±4	0.6±0.1
19	<i>Anemone nemorosa</i> L.	C ₂	Сірі, темно-сірі та чорноземи опідзолені	2.1-3.3	5.5-6.0	Хвойні, мішані та листяні ліси	36±9	1.3±0.3
20	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau	C ₃	Темно-сірі та чорноземи опідзолені	2.4-2.8	5.7-5.9	Мішані та листяні ліси	3	0.2
21	<i>Convallaria majalis</i> L.	C ₃	Темно-сірі та чорноземи опідзолені	2.7	6.0	Мішані та листяні ліси	16±3	1.7±0.3
22	<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt	C ₃	Темно-сірі та чорноземи опідзолені	2.4-2.6	5.6-5.8	Хвойні та мішані ліси	24±6	1.1±0.3
23	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	C ₄	Темно-сірі опідзолені	2.2-2.8	5.7	Хвойні, листяні та мішані ліси	1	0.3
24	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	C ₄	Торфувато-болотні, лучні, лучно-болотні	3.6-4.3	5.6-6.2	Луки перехідні, болота мезотрофні	22±6	0.8±0.1
25	<i>Thelypteris palustris</i>	C ₅	Торфово-болотні, тор-	7.2	4.5-4.9	Болота евтрофні	33	0.3

№	Види рослин	Екотоп	Типи ґрунтів			Ценотичні особливості		
			Тип	Гумус, %	pH сол.	Тип рослинності	Щільність, шт./м ²	Продуктивність, кг/м ²
	Schott		фовища					
26	<i>Prunus spinosa</i> L.	D ₀	Сірі та чорноземи опідзолені	2.3	6.0	Чагарникові зарості	2	
27	<i>Crataegus ucrainica</i> Pojark.	D ₁	Темно-сірі та чорноземи опідзолені	2.5-2.7	6.2	Чагарникові зарості	1	
28	<i>Corylus avellana</i> L.	D ₂	Темно-сірі та чорноземи опідзолені	3.0-5.3	6.0	Мішані ліси	1	
29	<i>Rubus nessensis</i> W. Hall	D ₂	Чорноземи опідзолені та глибокі	2.6-4.2	5.8-6.0	Мішані ліси, пору-би	6	1.9±0.3
30	<i>Urtica dioica</i> L.	D ₃	Чорноземи опідзо-лені та глибокі	4.1-4.7	5.4-5.7	Мішані ліси, зарос-ті	35±7	2.6±0.4
31	<i>Geum rivale</i> L.	D ₃	Торфово-болотні, лучно-болотні	3.5	5.5	Луки пере- хідні, болота мезотрофні	31±5	2.1±0.6
32	<i>Sambucus nigra</i> L.	D ₃	Чорноземи опідзо-лені та глибокі	3.4-6.7	6.0	Мішані ліси, зарос-ті	1	
33	<i>Solanum dulcomara</i> L.	D ₄	Дернові оглеєні, лучно-болотні	5.4	5.4-5.8	Луки заплавні	3	0.5
34	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	D ₄	Дернові оглеєні, лучно-болотні	3.2-4.1	6.2	Ліси мішані, зарос-ті	13±3	2.2±0.4
35	<i>Caltha palustris</i> L.	D ₅	Торфово-болотні, тор-фовища	6.8-9.2	4.2	Болота евтрофні	8	1.2
36	<i>Acorus calamus</i> L.	D ₅	Торфово-болотні, тор-фовища	5.6	5.2	Болота евтрофні	21±2	2.8±0.6

У процесі вивчення видів-тестерів нами були виявлені певні їх біоекологічні властивості. Однією з таких властивостей, як було відмічено вище, є здатність цих видів утворювати індикаційні ряди. Індикаційні ряди складають близькі між собою за систематичними ознаками види рослин, які служать тестерами відповідних едотопів. Власне, ідея про існування подібних індикаційних рядів неодноразово відзначалась у літературі [1, 3, 7], а класифікація рослинності Браун-Бланке побудована саме на цій властивості деяких систематичних груп фітотестерів.

Для прикладу розглянемо декілька фітоіндикаційних рядів, кожен з яких відзначається специфічними тестерними властивостями. Ряд тестіндикаторів ерікоїдного типу складається з представників родин вересових – *Ericaceae* та брусничних – *Vacciniaceae*). Види-тестери розміщуються на едафічній сітці майже строго вертикально, змінюючись виключно від режиму зволоження (рис. 1).

Більшість тестерів з ряду ерікоїдних видів належать до стенобіонтів борових екотопів. Їх широко використовують для оцінки типів умов зростання і типів лісу в лісівництві. За нашими спостереженнями, ці тестери доцільно вживати і при бонітетуванні земель лісового постмеліоративного фонду, де ерікоїдні чагарники дуже точно реагують на динаміку умов зволоження. Як вже було відзначено вище, одні з них елімінують із складу рослинного покриву (мучниця, багно, журавлина), а другі, навпаки, активізуються в ре-

зультаті осушувальних меліорацій (верес, брусниця, чорниця, лохина).

Досить близький за індикаційними властивостями ряд створюють представники папоротеподібних. Папороті-тестери ростуть лише у відповідних екотопах і можуть служити класичними індикаторами екологічних умов. Як і ерікоїдні чагарнички, означені види-тестери розміщуються на едафічній сітці майже вертикально. Це значить, що види папоротеподібних належать до вузько локалізованих у природних ландшафтах стенобіонтних рослин. Разом з тим, далеко не всі папороті належать до типових лісових видів, а можуть рости і на відкритих площах. Фітотестери ряду папоротеподібних розміщуються на двох абсцисах трофотопів: суборових та сугрудових (рис. 2).

У відповідних едатопах означені види-тестери активно розростаються і часто домінують у складі рослинного угруповання, його нижнього трав'яного ярусу.

Зовсім інакше виглядає на едафічній сітці індикаційний ряд видів з родини *Rosaceae*. Амплітуда екотопів, які охоплюють розоцвіті, значно ширша і на едафічній сітці вона має площинне поширення (рис. 3).

Представники розоцвітих зростають на різних типах ґрунтів: від дерново-підзолистих і до торфовищ, а тому їх можна успішно використовувати для індикації найрізноманітніших екологічних умов.

Пояснення таких різних тенденцій у системі фітоіндикаційних рядів слід шукати в історії по-

ходження окремих систематичних груп рослин. Якщо давні за походженням види ерікоїдних та папоротеподібних відрізняються слабкою конку-

рентною здатністю, а тому ростуть на досить бідних борових і суборових екотопах, то розцвіті ви-являють значно ширшу екологічну толерантність.

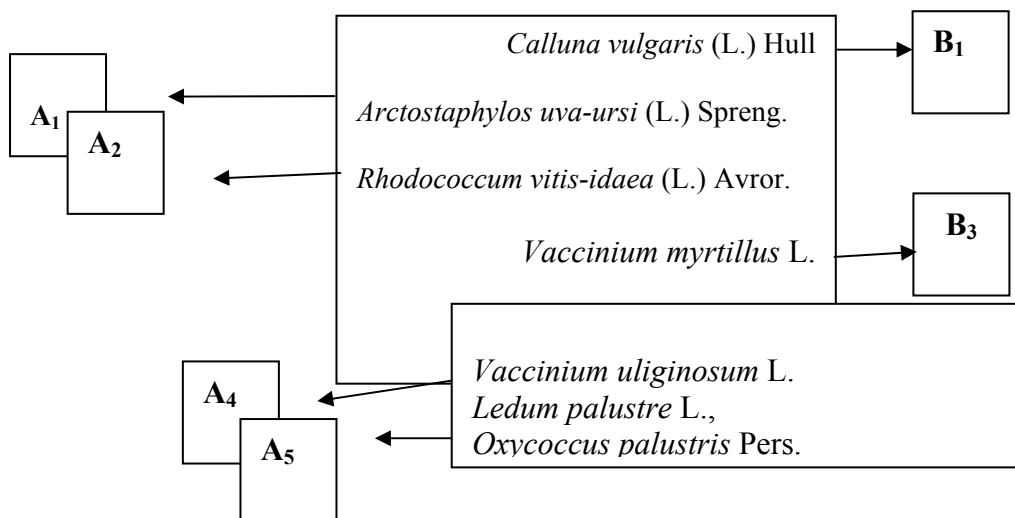


Рис. 1. Розміщення індикаційного ряду ерікоїдних чагарничків (борові, частково суборові трофотопи).

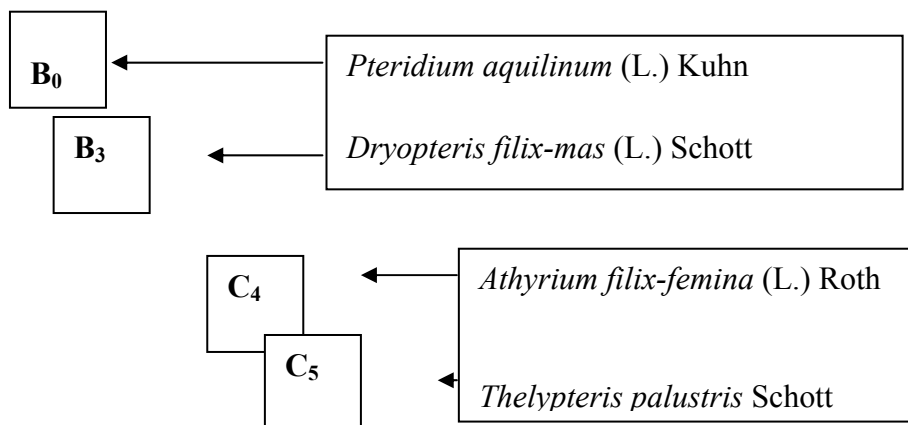


Рис. 2. Індикаційний ряд папоротеподібних.

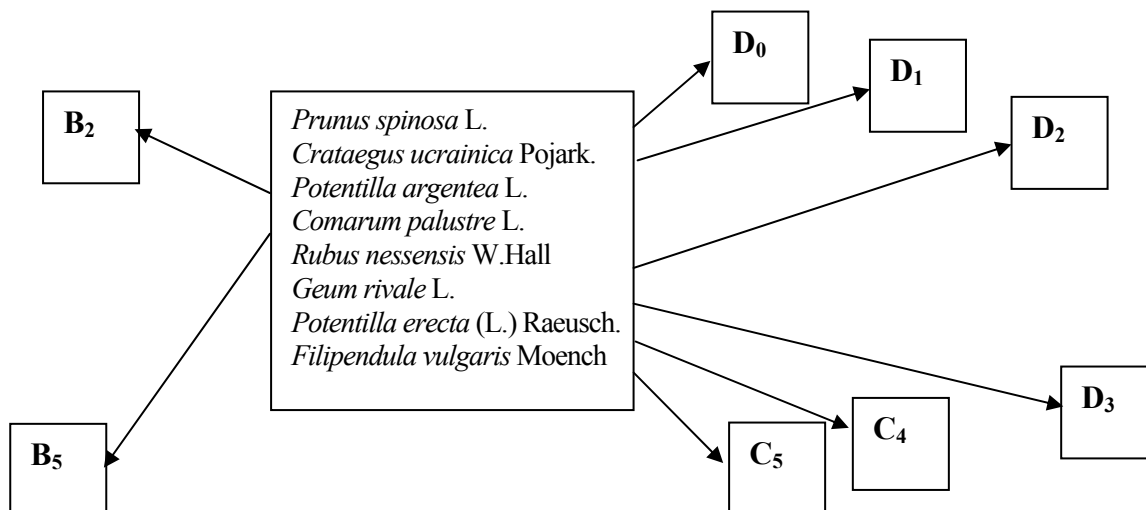


Рис. 3. Індикаційний ряд тестерів з родини Rosaceae.

Методи фітоіндикації можуть використовуватись і для оцінки окремих показників екотопів [1, 2, 7]. Ми досліджували види тестерів, придатних для визначення кислотності ґрунту. У залежності від здатності рослин-тестерів рости в екотопах з

різними реакціями ґрунтового розчину, ми поділили їх на 3 екологічні групи (табл. 2). Знаючи зовнішній вигляд тестерів і знаходячи їх у відповідних екологічних умовах, можна дати досить точну оцінку кислотності ґрунту в місцевих екотопах.

Таблиця 2

Визначення кислотності ґрунту в залежності від фітотестера

Ацидофільні тестери		Нейтрофільні тестери		Базифільні тестери	
Види	pH	Види	pH	Види	pH
<i>Ledum palustre</i> L.	4-5	<i>Phleum pratense</i> L.	6-7	<i>Anemone nemorosa</i> L.	7-8
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	3.5-4	<i>Trifolium pratense</i> L.	6-7	<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	7-8
<i>Nardus stricta</i> L.	4.5-5.5	<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	5.5-6.5	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	6.5-7.5
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	4-5.5	<i>Carum carvi</i> L.	6-6.5	<i>Pulsatilla latifolia</i> Rupr.	7-7.5
<i>Rhodococcum vitis-idaea</i> (L.) Avror.	5.5-5.5	<i>Briza media</i> L.	6-6.5		
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	4.5-5.5	<i>Quercus robur</i> L.	7-8		

Кожен тестер має певну амплітуду екологічних умов, за якої він здатний виступати індикатором екотопів. Однак щільність популяції тестера має екологічні межі, при яких цей показник може свідчити про оптимальний режим кислотності. Поза межами цього поля присутність тестера на площі не може служити надійним індикатором кислотності ґрунту. Ми перевіряли цено-екологічні властивості такого відомого тестера нейтральної реакції ґрунтового розчину як *Tussilago farfara* L. Наявність заростей мати-й-мачухи є надійним індикатором нейтральних за реакцією розчину ґрунтів (pH 6-7, рис. 4).

T. farfara здатна, однак, брати участь в угрупованнях, які формуються при кислотності ґрунтового розчину pH 4-5. Але тоді в рослинному покриві трапляються лише поодинокі представники виду, які мають пригнічений вигляд і не можуть служити тестерами типових для виду

умов зростання. Нарешті, при pH 7,5 мати-й-мачуха майже повністю випадає із складу рослинного покриву.

Подібним чином ми провели оцінку індикаторних властивостей *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. Цей злак є типовим представником перезвожених лук і боліт Західного Полісся, де може використовуватись як тестер рівня кислотності ґрунтів. (рис. 5).

Щучник активно розростається при кислотності ґрунтового розчину pH 4,0-5,5. Якщо вид росте на більш кислих ґрунтах (pH 3,0-3,5), то за таких умов він не утворює куртин і трапляються лише поодинокими особинами, які ростуть на мікропідвищеннях – болотних купинах. У лучних угрупованнях, де ґрунтовий розчин близький до нейтрального (pH 6.5-7.0), щучник теж зустрічається в ролі асектатора.

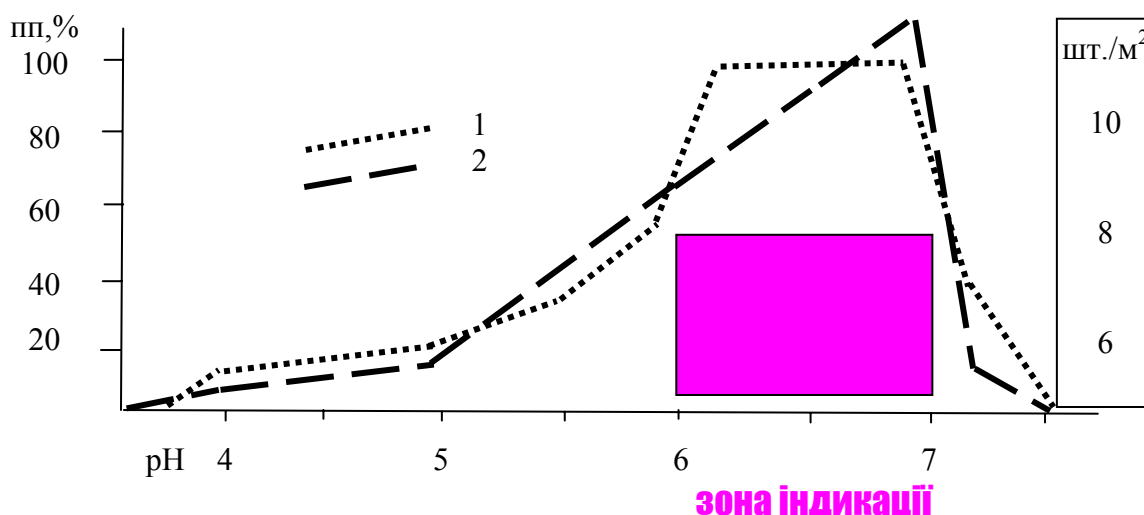


Рис. 4. Формування індикаційної зони тестером *Tussilago farfara* L. в залежності від кислотності ґрунту:

1 – проективне покриття, %; 2 – щільність популяції, шт./м².

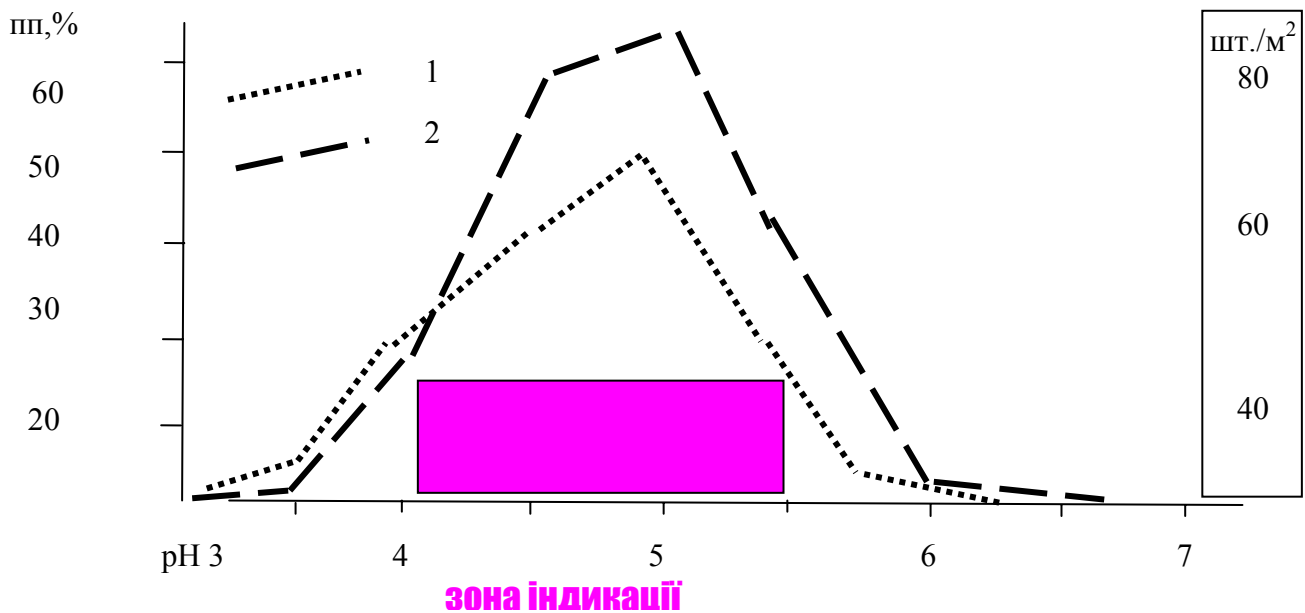


Рис. 5. Формування індикаційної зони тестером *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. в залежності від кислотності ґрунту:
1 – проективне покриття, %; 2 – щільність куртин популяції, шт./м².

Це можуть бути поодинокі рослини або розрізнені групи рослин. У такий спосіб, аналізуючи отримані при геоботанічному описанні екотопів показники, можна досить чітко визначити межі тестерних можливостей означеного виду.

Висновки: Шляхом фітоіндикації досить точно визначаються динамічні процеси в рослинних угрупованнях і відповідних едатопах. Тестери окремих систематичних груп рослин складають фітоіндикаційні ряди, в яких наявність певного виду в складі угруповання свідчить про відповідний стан екологічних умов. Подібні фітоіндикаційні ряди можна скласти з представників різних систематичних груп фітотестерів. Екологічні ряди дають можливість фіксувати відмінності екологічних умов, а також стан сукцесії в складі рослинних угруповань. У нашому варіанті використання екологічних рядів дозволило виявити динамічні процеси на порушених техногенними чинниками площах і встановити межі таких змін у природних та антропогенних ландшафтах.

Список літератури:

1. Біоіндикація і біомоніторинг. – М.: Наука, 1991. – 286 с.
2. Веремеєнко С.І. Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України. – Луцьк: Надстир'я, 1997. – 314 с.
3. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
4. Лавейкін М. Моніторинг земель: сучасний стан, принципи організації та подальше функціонування // Проблеми раціонального використання соціально-екологічного потенціалу регіону. – Луцьк, 2001. – № 4. – С. 27–33.
5. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М. Стан робіт з моніторингу ґрунтів в Україні // Екол. вісн. – 2003. – № 5-6 (15-16). – С. 8-10.
6. Мольчак Я.О., Мельничук М.М., Андрощук І.В. Деградація ґрунтів та шляхи підвищення їх родючості. – Луцьк: Надстир'я, 1998. – 280 с.
7. Терлецький В.К. Біоіндикація. – Луцьк, 2001. – 39 с.

PHYTOINDICATION ROWS OF SPECIES-TESTERS IN ESTIMATION OF ECOLOGICAL CONDITIONS

V.V. BALKOVSKIY, G.A. LYSAK

Dynamic changes in the natural landscapes would be shown with phytoindication. Here is the list of 36 the most real plant-testers for Western Polissia. There are also available phytoindicated rows depending on the level of special systematic plant group. Possibility of phytoindicated rows to fix the differences of ecological conditions, and also state of succession in composition vegetable groupments is retined.

Key words: phytoindication, taster, geocomplex, indicated line, edatop.

Одержано редколегією 17.11.2009

ОКРЕМІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ МАЛОПОШИРЕНИХ АЗІЙСЬКИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ РОДИНИ *ROSACEAE* JUSS. В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

А.І. Бабицький, Н.М. Трофименко

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
Україна, м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1

У статті висвітлюються результати досліджень стійкості малопоширених в озелененні азійських інтродуцентів родини *Rosaceae* Juss. в Правобережному Лісостепу України. Це представники родів *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypus* Sieb. et Zucc. та *Stephanandra* Sieb. et Zucc. Дослідження проводились за загальноприйнятими методиками, які використовуються в інтродукції рослин. В результаті досліджень встановлено, що переважна більшість згаданих рослин досить зимостійкі і посухостійкі. Візуальні шкали посухостійкості підтверджуються експериментальними дослідженнями водоутримуючої здатності. Враховуючи декоративність та стійкість досліджуваних рослин, дано рекомендацію для широкого використання в культурі.

Ключові слова: родина *Rosaceae* Juss, зимостійкість, посухостійкість.

Вступ. З дуже об'ємної родини *Rosaceae* Juss. в Україні вже є чимало інтродуцентів, які широко використовуються в різних озеленувальних об'єктах та з іншими цілями. Однак, є ще й такі інтродуценти, які трапляються лише в окремих ботанічних садах, а в озелененні їх майже нема [3, 4, 9]. Це стосується наших об'єктів дослідження.

Об'єкти досліджень. Об'єктами досліджень були малопоширені у Правобережному Лісостепу України рослини родини Розових *Rosaceae* з родів *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypus* Sieb. et Zucc., та *Stephanandra* Sieb. et Zucc. Усі вони походять з різних частинах Азії (табл. 1). Стаціонарні роботи цього дисертаційного дослідження проводились на базі Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка Національної Академії Наук України (НБС).

Ці рослини надзвичайно декоративні, використовуючи їх в озелененні різного призначення можна досягти значного підсилення декоративного ефекту наявних та новостворюваних зелених насаджень.

Інтродукція згаданих рослин в Україну в основному припадає на середину ХХ ст. З того часу вони зацікавили багатьох озеленювачів. Проте через незнання їхніх біологічних особливостей та відсутності посадкового матеріалу до сьогодні в Україні їх ще рідко використовують. Тому всебічно дослідити їх в умовах інтродукції, на наш погляд, було актуальним.

Як видно із таблиці 1, досліджувані інтродуценти природно зростають в різних частинах Азії. Проаналізувавши і порівнявши клімати ра-

йонів природного поширення та інтродукційного ареалу, зокрема Правобережного Лісостепу, ми дійшли висновку, що за основними лімітуючими природними факторами ці райони майже подібні. Так, в районі інтродукції абсолютний максимум становить +39,4°C, абсолютний мінімум – –32,2°C, а в природних ареалах: Японія – мінімум – 38 – 40 °C, максимум – +36 – +38°C; Китай – абсолютний мінімум – –49 °C, максимум – +42 °C. Досліджувані об'єкти інтродуковані в наш регіон методом кліматичних аналогів, враховуючи основні лімітуючі фактори природного середовища.

Методика досліджень. Дослідження зимостійкості, посухостійкості, біологічних особливостей розвитку рослин проводили за загальноприйнятими методиками, які використовуються при інтродукції рослин.

Зимостійкість досліджуваних рослин за 5-бальною шкалою обмерзання М.К. Вехова (1957) [1] та посухостійкість цих рослин за шкалою С.С. П'ятницького (1961) [7] показано в табл. 2. Візуальні спостереження посухостійкості малопоширених інтродуцентів співпадають з проведеними нами лабораторними дослідженнями, зокрема водного режиму листків (рис. 1 – 4). Для дослідження водного режиму рослин у зв'язку з їхньою посухостійкістю, найбільш ефективною є його діагностика за окремими органами, в нашому випадку – листками, що передбачає використання лабораторного методу в'янення [6, 8]. Він значно швидше дозволяє встановити посухостійкість, ніж прямий польовий метод, що потребує багаторічних спостережень при наявності посухи [2].

Таблиця 1

Об'єкти дослідження та їхні окремі характеристики (НБС, 2009 р.)

№ п/п	Таксон	Висота, м	Діаметр крони, м	Кількість, шт.	Рік первинної інтродукції	Біоморфа	Природний ареал
1.	<i>Exochorda giralddii</i> Hesse	3,8	3,2	2	1961	Кущ	північно-східний Китай
2.	<i>E. grandiflora</i> (Hook.) C.K. Schneid.	4,2	3,5	6	1952	Кущ	Західний Китай
3.	<i>E. x macrantha</i> (Lemoine) Schneid.	3,5	3,2		1958	Кущ	
4.	<i>E. korolkovii</i> Lav.	3,9	3,0	1	1954	Кущ	південний схід Середньої Азії (східний Паміро-Алтай)
5.	<i>E. tianschanica</i> Gontsch.	4,5 – 5,5	3,8 – 4,2	4	1951	Кущ	Середня Азія (Чаткальський і Ферганський хребти)
6.	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC.	1,0 – 1,5	1,0 – 1,5	26	1947	Кущ	Китай
7.	<i>K. j. 'Picta'</i>	0,5 – 0,7	0,9	1	1949	Кущ	
8.	<i>K. j. 'Pleniflora'</i>	2,0 – 2,5	1,5 – 3,3	≈ 30	1949	Кущ	
9.	<i>Photinia villosa</i> (Thunb.) DC.	3,7	2,5 – 3,0	2	1950	Кущ	Японія, Китай, Корея
10.	<i>Ph. v. 'Laevis'</i>	3,5	3,0	1	1972	Кущ	
11.	<i>Prinsepia sinensis</i> (Oliv.) Kom.	2,5	2,5	1	1950	Кущ	Китай
12.	<i>Rhodotypus kerrioides</i> Sieb. et Zucc.	1,3 – 1,8	0,8 – 2,0	20	1949	Кущ	Японія, Центральний Китай
13.	<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zbl.	0,8 – 1,0	2,3	1	1965	Кущ	Японія, Корея
14.	<i>St. in. 'Crispa'</i>	0,3 – 0,8	0,5 – 1,0	3	2008	Кущ	
15.	<i>St. tanakae</i> Franch. et Sav.	1,5	1,9	1	1952	Кущ	Японія

Таблиця 2

Зимостійкість та посухостійкість малопоширених деревних інтродуцентів родини *Rosaceae* (за шкалами М.К. Вехова, 1957 та С.С. П'ятницького, 1961 відповідно), м. Київ

№ п/п	Об'єкт дослідження (види та форми)	Рік			
		2009		2010	
		Зимостійкість	Посухостійкість	Зимостійкість	Посухостійкість
1.	<i>Exochorda giralddii</i>	4	5	4	5
2.	<i>E. grandiflora</i>	4	5	4	5
3.	<i>E. x macrantha</i>	4	5	4	5
4.	<i>E. korolkovii</i>	4	5	4	5
5.	<i>E. tianschanica</i>	4	5	4	5
6.	<i>Kerria japonica</i>	3	5	3	4
7.	<i>K. j. 'Picta'</i>	3	5	3	4
8.	<i>K. j. 'Pleniflora'</i>	4	5	1	4
9.	<i>Photinia villosa</i>	4	5	4	5
10.	<i>Ph. v. 'Laevis'</i>	4	5	4	5
11.	<i>Prinsepia sinensis</i>	4	5	4	5
12.	<i>Rhodotypus kerrioides</i>	4	5	4	5
13.	<i>Stephanandra incisa</i>	4	4	4	4
14.	<i>St. in. 'Crispa'</i>	4	4	4	4
15.	<i>St. tanakae</i>	4	5	4	4

Дослід проведено у другій декаді липня 2010 року за методикою М.Д. Кушніренко та ін. (Кушніренко, 1970) [6]. У другій половині дня за умов сонячної погоди для кожного об'єкта дослідження з середньої частини крон модельних кущів вибраних для дослідів відбирали по 50 листків. Зразки вміщували у целофанові пакети і швидко доставляли в лабораторію. Спочатку, за допомогою аналітичної ваги "Mechanici Precyzyjnej" визначали сиру вагу листків з точністю до 0,001 г. Після першого зважування зразки за 12

годин доводили до повного водонасичення шляхом замочування у дистильованій воді і знову зважували. Після другого зважування пагони вміщували на фільтрувальний папір в лабораторії в умовах постійної температури і вологості повітря. Наступні зважування проводили через 2, 4, 6, 12 і 24 годин, після чого зразки знову доводили до повного насичення вологою та встановлювали вагу. На кінець, листки висушували до абсолютно сухого стану при температурі 105°C у сушильній шафі, після чого знову зважували. За результатами вимірювань визначали загальну воду, водний дефіцит, водопоглинаючу та водотримуючу здатність листків.

Паралельно з визначенням динаміки втрати листками води, ми визначали показник збереження листків, оскільки було помічено, що їх зовнішній вигляд (ступінь всихання та забарвлення) різною мірою змінився і відрізнявся від початкового. Цей показник визначали за методикою Кушніренко та ін. в модифікації Ю.М. Кругляк (2010) [5]. Це явище пояснюється тим, що після певної межі зневоднення тканин, клітини, що входять до їх складу, втрачають тургор, що спричиняє в'янення та зміну забарвлення внаслідок відставання цитоплазми від клітинних стінок [6].

Показник збереження листків описово відображає загальний стан листків. У нашому досліді ми розрізняли 5 ступенів збереження листків після 24 годин висушування. Відповідно до цього розробили шкалу для візуального встановлення балів:

0 – листки засохли до ламкості, після намочування потемніли, вбирання води незначне, тургор не відновлюється;

1 – листки засохли до ламкості, колір не змінили, після намочування потемніли більше, ніж 50 % листків, тургор не відновлюється;

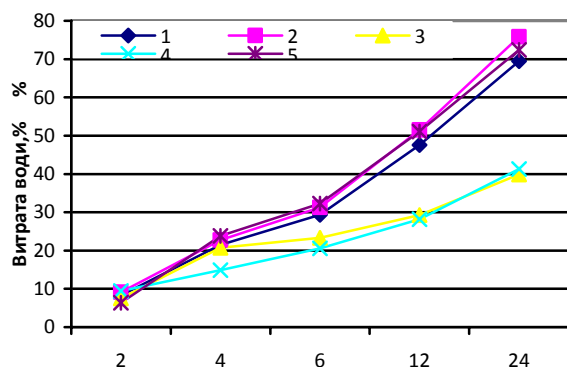


Рис. 1. Зміна водоутримуючої здатності листків *Exochorda*: *E. giraldii* (1), *E. grandiflora* (2), *E. x macrantha* (3), *E. korolkovii* (4) та *E. tianschanica* (5)

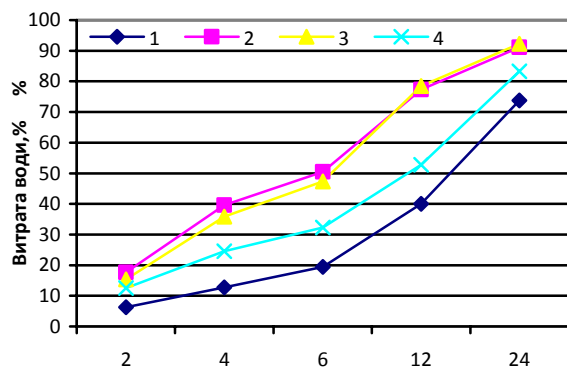


Рис. 2. Зміна водоутримуючої здатності листків *Kerria japonica* (1), *K. j. 'Pleniflora'* (2), *K. j. 'Picta'* (3) та *Rhodotyplus kerrioides* (4)

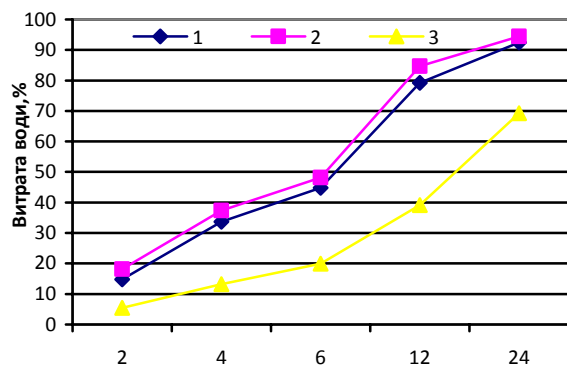


Рис. 3. Зміна водоутримуючої здатності листків *Photinia villosa* (1), *Ph. v. 'Laevis'* (2) та *Prinsepia sinensis* (3)

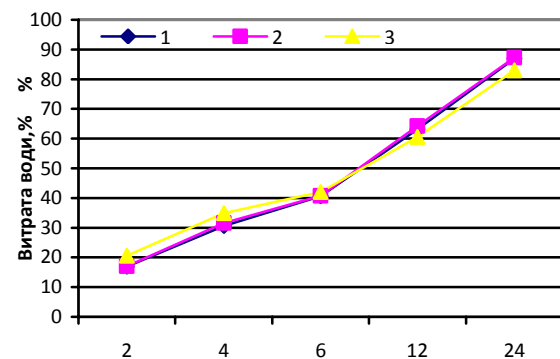


Рис. 4. Зміна водоутримуючої здатності листків *Stephanandra incisa* (1), *St. in. 'Crispa'* (2) та *St. tanakae* (3)

сутня, колір після намочування змінили до 50 % листків, тургор незначною мірою відновився;

3 – висихання неповне, колір зберігається, тургор частково відновлюється;

4 – листки прив'яли, але не висохли, колір після намочування зберігається, тургор відновлюється наполовину.

Ця шкала дозволяє охарактеризувати стан листків та визначити можливість їх подальшого функціонування. Так, якщо стан листків після висушування можна оцінити балами 0 – 1, то такий асиміляційний апарат у подальшому є нежиттєздатним; якщо ж він відповідає балам 2 – 4, то можна прогнозувати відновлення його функцій і подальшу життєздатність.

Результати досліджень. В результаті досліджень встановлено, що листки різних видів та форм малопоширених деревних інтродуцентів мають неоднакову водоутримуючу здатність (табл. 3). Екзохорди виявились рослинами з відносно повільним темпом втрати листками вологи. Найповільніше з них вологу втрачають *E. x macrantha* та *E. korolkovii*. Листки усіх інших екзохорд підсихають дещо швидше та після повторного насичення вологою відновлюють тургор. Листкам цих рослин також характерний найвищий бал збереження – 4 (табл. 4), що свідчить про їхню здатність до відновлення функціональної активності після пересихання. Досить стійкою до пересихання виявилась *Prinsepia sinensis*, листки якої за час експозиції дослідів втрачали лише близько 70 % вологи. Проте бал відновлення у цієї рослини дещо нижчий, ніж у екзохорд – 2.

Стефанандри, попри швидку втрату вологи, показали високий бал збереження – 3, лише листки *С. Танаки*, які втратили найменший відсоток вологи, засохли до ламкості і після повторного насичення вологою практично не відновили тургору, тому отримали 1 бал збереження.

Форми керії японської та розовик керієвидний втратили найбільший відсоток вологи. Лише видова *Kerria japonica* виявилася достатньо стійкою до висихання – її листки втрачали до 55 % ваги. Після повторного водонасичення тургор незначною мірою відновився лише у видової керії (2 бали), а у її форм та розовика листки тургор не відновили і отримали по 1 балу збереження.

Всі дослідження посухостійкості цих рослин вказують на те, що в досліджуваному регіоні вони більш-менш стійкі щодо посухи.

Дослідження стійкості згаданих рослин проти шкідників і хвороб показали, що окремі з них частково пошкоджуються моніліозом та вертицильозним в'яненням листків, а також інколи і листогризучими шкідниками. Однак це не є лімітуючим фактором для нормального розвитку цих інтродуцентів.

Таблиця 3

2 – висихання листків неповне, ламкість від-

**Зміна водоутримуючої здатності листків
малопоширених Rosaceae**

№ п/п	Таксон	Експозиція, години				
		2	4	6	12	24
		% втрати ваги				
1	<i>Exochorda giraldii</i>	8,31 ±0,71	21,45 ±1,41	29,34 ±0,97	47,54 ±2,03	69,48 ±2,05
2	<i>E. grandiflora</i>	9,12 ±0,75	22,76 ±0,9	31,28 ±1,2	51,46 ±1,14	75,85 ±1,58
3	<i>E. x macrantha</i>	7,5 ±0,13	20,75 ±1,14	23,31 ±0,51	29,22 ±0,79	39,84 ±1,23
4	<i>E. korolkovii</i>	9,43 ±0,86	14,87 ±0,34	20,6 ±0,45	28,14 ±1,01	41,3 ±1,13
5	<i>E. tianschanica</i>	6,38 ±0,14	23,83 ±1,3	32,23 ±0,87	51,1 ±2,7	72,39 ±2,74
6	<i>Kerria japonica</i>	6,27 ±0,38	12,75 ±0,18	19,47 ±0,23	40,04 ±2,43	73,74 ±2,51
7	<i>K. j. 'Picta'</i>	15,31 ±1,03	35,88 ±1,71	47,34 ±2,12	78,5 ±2,51	92,25 ±3,07
8	<i>K. j. 'Pleniflora'</i>	17,67 ±1,18	39,61 ±1,33	50,52 ±1,55	77,33 ±2,74	91,15 ±3,14
9	<i>Photinia villosa</i>	14,81 ±1,1	33,73 ±1,29	44,82 ±2,2	79,25 ±2,32	92,4 ±3,03
10	<i>Ph. v. 'Laevis'</i>	18,11 ±0,41	37,32 ±1,07	48,14 ±2,08	84,7 ±2,44	94,41 ±3,29
11	<i>Prinsepia sinensis</i>	5,47 ±0,25	13,18 ±0,98	19,97 ±1,01	39,1 ±1,19	69,27 ±2,71
12	<i>Rhodotypos kerrioides</i>	12,51 ±0,34	24,57 ±1,8	32,25 ±2,5	52,76 ±2,79	83,27 ±2,74
13	<i>Stephanandra incisa</i>	16,87 ±0,85	30,62 ±2,0	40,61 ±1,81	63,11 ±1,98	86,93 ±1,95
14	<i>St. in. 'Crispa'</i>	17,05 ±1,31	31,53 ±1,97	40,72 ±1,75	64,19 ±2,03	87,25 ±2,53
15	<i>St. tanakae</i>	20,53 ±1,2	34,89 ±1,73	42,0 ±0,94	60,54 ±1,56	82,99 ±1,72

Висновки. Результати проведених досліджень підтверджують те, що малопоширені інтродуценти родини *Rosaceae* переважно стійкі в

регіоні інтродукції. Оскільки вони ще й високо декоративні впродовж вегетаційного періоду, то це, безперечно, підтверджує можливість ширшої інтеграції їх в культури.

Список літератури.

1. Вехов Н.К. Методы интродукции и акклиматизации древесных растений / Н.К. Вехов // Тр. Бот. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. – 1957. – Сер. VI, вып. 5. – С. 32 – 44.
2. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений / П.А. Генкель. – М.: Наука, 1982. – 280 с.
3. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина II: довідник / За ред. М.А. Кохно. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 716 с.
4. Каталог деревьев и кустарников ботанических садов Украинской ССР / Под общ. ред. Н.А. Кохно. – К.: Наук. думка, 1987. – 72 с.
5. Кругляк Ю.М. Водний режим і посухостійкість листків видів, форм та гібридів роду *Salix* L. / Ю. М. Кругляк // Інтродукція рослин. – № 1. – 2010. – С. 85 – 89.
6. Кушниренко М.Д. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушниренко, Э.Л. Гончарова, Е.М. Бондарь. – Кишинев: Штиинца, 1970. – 80 с.
7. Пятницкий С.С. Практикум по лесной селекции / С.С. Пятницкий. – М.: Сельхоз. лит., журн. и плакаты, 1961. – 148 с.
8. Слюсар С.І. Інтродукція такосо дієвих (*Taxodiaceae* F.W. Neger) в Лісостепу України / С.І Слюсар, С.І. Кузнецов. – К.: Видав. центр НАУ, 2008. – 154 с.
9. Трофименко Н.М. Анотований каталог різновидів, культурварів, форм деревних та кущових рослин. Ч. III. Красивоквітучі та декоративно-листяні дерева і кущі (Полісся та Лісостеп України) / Н.М. Трофименко, Б.В. Гончаренко, О.О. Демченко та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 52 с.

Таблиця 4

Водний режим листків малопоширених деревних інтродуцентів родини Rosaceae

№ п/п	Таксон	Загальна вода, %		Водний дефіцит, %		Водопоглинаюча здатність листків, %		Бал збереження
		до в'янення (A ₁)	після повторного насичення водою (A ₂)	до в'янення (D ₁)	після повторного насичення водою (D ₂)	до в'янення (T ₁)	після повторного насичення водою (T ₂)	
1	<i>Exochorda giraldii</i>	63,81±1,94	65,02±1,18	8,41±0,15	15,12±0,55	90,54±1,72	38,25±1,02	4
2	<i>E. grandiflora</i>	64,35±2,05	65,9±2,19	6,59±0,13	11,03±1,17	93,41±3,03	35,18±0,25	4
3	<i>E. x macrantha</i>	62,36±1,41	64,96±0,99	10,64±0,44	11,27±1,29	89,36±2,01	71,43±2,25	4
4	<i>E. korolkovii</i>	60,47±2,66	64,19±0,57	8,39±1,1	14,64±0,71	85,36±2,43	67,09±1,17	4
5	<i>E. tianschanica</i>	59,31±0,21	62,44±1,77	12,32±0,25	20,09±1,89	87,68±2,19	47,7±1,34	4
6	<i>Kerria japonica</i>	59,15±1,4	61,98±2,88	11,9±0,21	26,95±1,55	88,8±2,25	53,2±1,95	2
7	<i>K. j. 'Picta'</i>	68,53±1,74	69,71±1,95	7,04±1,2	58,93±1,79	88,75±2,24	65,45±1,84	1
8	<i>K. j. 'Pleniflora'</i>	71,14±2,47	72,9±0,45	8,37±0,19	60,0±2,0	91,63±1,7	68,85±1,6	1
9	<i>Photinia villosa</i>	58,81±0,78	61,13±2,03	20,13±1,3	84,46±3,93	79,87±1,3	92,06±3,81	0
10	<i>Ph. v. 'Laevis'</i>	55,91±1,18	59,44±1,59	13,49±0,91	67,77±2,3	86,51±2,58	73,36±2,9	0
11	<i>Prinsepia sinensis</i>	61,74±1,65	63,08±1,15	5,58±0,34	11,34±0,39	94,42±3,19	42,06±0,81	2
12	<i>Rhodotypos kerrioides</i>	63,97±0,93	65,47±0,64	6,36±0,29	44,99±0,84	93,64±2,95	61,72±1,85	1
13	<i>Stephanandra incisa</i>	55,91±1,1	59,54±2,43	13,84±0,3	48,32±0,66	86,16±1,79	61,38±0,96	3
14	<i>St. in. 'Crispa'</i>	54,71±1,54	58,44±1,83	12,98±0,98	34,27±0,89	85,05±2,07	54,53±1,24	3
15	<i>St. tanakae</i>	59,03±2,02	63,18±1,55	15,99±0,45	56,0±2,47	84,0±2,0	73,0±0,92	1

SOME INVESTIGATIONS OF RESISTANCES OF ASIAN SELDOM OCCURRED ALIEN CROPS OF ROSACEAE JUSS. FAMILY IN RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

A.I. BABYTSKYI, N.M. TROFIMENKO

The results of investigations of resistances of seldom occurred alien crops of *Rosaceae* Juss. family in Right-bank Forest-steppe of Ukraine are given. There are the species of genera: *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypos* Sieb. et Zucc., *ma* *Stephanandra* Sieb. et Zucc. These investigations were running from general methods which are accepted in the plants introduction. According to results of this investigation, the main part of these plants is fair winter and drought resistant. Visual scales of drought resistance are confirmable with experimental investigation of water retention possibility of these plants. In consideration of decorative properties and resistances of researching plants the recommendations for their widely cultivation are given.

Одержано редколегією 05.10.2010

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ПАРАЗИТАРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Н.О. Волошина, П.Я. Кілючицький

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64, Київ 01601*

*Встановлено ураження собак та котів паразитами, їх видовий склад та контамінацію яйцями і личинками гельмінтів території м. Києва та його околиць. На прикладі найпоширенішого угруповання нематод з ряду *Ascaridida* висвітлено актуальну проблему паразитарного забруднення та визначено екологічні закономірності його формування на урбанізованих територіях.*

*Ключові слова: паразитарне забруднення, угруповання нематод з ряду *Ascaridida*, домашні хижі тварини, урбанізована територія.*

Вступ. На сьогодні паразитарні хвороби залишаються одною із найбільш масових патологій, що визначають рівень здоров'я населення (Бодня, 2009).

Урбанізовані території характеризуються постійно зростаючою кількістю населення та збільшенням чисельності тварин-компаньйонів – собак і котів. «Мода на домашніх тварин» спричинила кризову соціальну та екологічну ситуацію, яка проявляється в ураженні паразитами тварин, а іноді й людини (зоонози), а також в контамінації територій їх помешкання або утримання пропагативними стадіями гельмінтів у кількостях, що значно перевищують природний фон (Сонин и др., 2000). Паразитарне забруднення реєструють у більшості міст України, про що свідчать дані гельмінтокоп-роскопічних і еколого-паразитологічних досліджень окремих науковців, проведені у різних регіонах країни (Березина, 2006; Захарчук, 2007; Колос и др., 2009).

Найчастіше непродуктивні тварини виявляються інвазованими збудниками токсокарозу (*Toxocara canis* (Werner, 1782), *Toxocara cati* (Schrunk, 1788)) та токскаррозу (*Toxascaris leonina* (von Linstow, 1902)) (Пашкина та ін., 2006). В організмі людини личинки цих нематод можуть спричинювати синдром «visceral larva migrans», який характеризується крововиливами і некротичними вогнищами у лімфатичних вузлах, печінці, легенях та іншими патологіями і, як наслідок, призводить до інвалідності та, навіть, смерті (Захарчук, 2007).

За даними Київської міської державної адміністрації у місті зареєстровано близько 100 тис. собак, ще 30–40% – не зареєстровані, а кількість безпритульних сягає близько 3-х тисяч.

З огляду на зазначене, метою даної роботи був аналіз зараженості кишковими паразитами угруповань домашніх хижих тварин, що мешкають у м. Києві та приміській зоні.

Об'єкт і методи: Забір матеріалу проведено

протягом весняно-осіннього періоду 2006–2009 років на території житлових масивів м. Києва і населених пунктів Київської області, а також в притулках для тварин Київського міського товариства захисту тварин.

Об'єктом дослідження слугували яйця та личинки паразитів, вилучені з екскрементів котів і собак, а також об'єктів довкілля.

Використані загальноприйняті гельмінтоскопічні методи (овоскопія, гельмінтоскопія, гельмінтоларвоскопія). Загальна кількість обстежених тварин — 138 особин, серед них собак – 96, котів – 42.

За територією обстеження домашніх хижаків виділяли зону мегаполіса (м. Київ: Голосіївський, Святошинський і Солом'янський райони) та його передмістя (Києво-Святошинський, Обухівський, Васильківський райони).

Собак, яких обстежували гельмінтокоп-роскопічно, розділили на три категорії: домашні, яких утримують у квартирах або садибах та вигулюють на вулиці; дворові – на прив'язі, переважно у приватному секторі; бродячі та безпритульні собаки, які мешкають і вільно пересуваються на території населеного пункту. До останньої категорії віднесли собак, що утримуються у притулках.

Популяції котів представлені кількома категоріями: коти, яких утримують в квартирах; напіввільні тварини, які живуть у помешканні хазяїв, але мають можливість перебувати на вулиці; бродячі та безпритульні.

Проби ґрунту, трави, піску і води відбирали поблизу смітників, дитячих та спортивних майданчиків, скверів, парків на території житлових масивів міст; у садибах і вольєрах для утримання собак у приватному секторі та притулках для бродячих тварин. Досліджували з використанням традиційних еколого- та санітарно-паразитологічних методів. Загальна кількість проб – 109, з них: ґрунту – 46, трави – 23, піску – 25, води – 15.

Результати та їх обговорення. За результатами

копроовоскопічних досліджень екстенсивність інвазії кишковими паразитами домашніх та бродячих собак і котів, що мешкають на території м. Київ та його околиць, на сьогодні складає в середньому 40,6 і 61,9%, відповідно. Ступінь ураженості гельмінтами бродячих тварин майже удвічі перевищує аналогічний показник у домашніх хижаків, що контролювано утримуються у квартирах та садибах.

За категоріями, найменшу кількість інвазованих собак (5,2%) реєстрували при утриманні їх у квартирах. Це пов'язано з обмеженим часом контакту тварин з об'єктами довкілля. Крім того, собак дегельмінтизують з профілактичною метою. Порівняно з ними дворові собаки частіше були уражені збудниками інвазійних хвороб (8,3%). Максимальна кількість інвазованих тварин (27,1%) належить до категорії бродячих. Такі собаки постійно перебувають на вулиці, а дегельмінтизації підлягають лише у випадках попадання в притулок.

У собак зареєстровані чотири види нематод: *T. canis*, *T. leonina*, *Ancylostoma caninum* (Ercolani, 1859), *Trichuris vulpis* (Frölich, 1789) і два види цестод – *Dipylidium caninum* (Linnaeus, 1758) та *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786).

Паразитологічні обстеження екскрементів, отриманих від кішок, показали їх інвазованість у 61,9% випадків. У квартирних котів ураження гельмінтами реєстрували у 7,1% випадків, у напіввільних – 14,3%, а у безпритульних – у 40,5%.

Видовий склад гельмінтів котів представлений п'ятьма видами паразитів: *T. cati*, *T. leonina*, *Uncinaria stenocephala* (Railliet, 1884), *D. caninum* і *A. caninum*.

Екстенсивність інвазії (EI) собак та котів наведена у таблиці.

Таблиця

Екстенсивність інвазії кишковими паразитами домашніх хижих тварин, n=138

Вид збудника	Собаки	Коти
	EI, %	
<i>Toxocara canis</i> (Werner, 1782)	16,6	–
<i>Toxocara cati</i> (Schränk, 1788)	–	15,4
<i>Toxascaris leonina</i> (von Linstow, 1902)	5,2	26,9
<i>Ancylostoma caninum</i> (Ercolani, 1859)	4,2	3,8
<i>Trichuris vulpis</i> (Frölich, 1789)	3,1	–
<i>Echinococcus granulosus</i> (Batsch, 1786)	4,2	–
<i>Dipylidium caninum</i> (Linnaeus, 1758)	7,3	46,2
<i>Uncinaria stenocephala</i> (Railliet, 1884)	–	7,7

Як було показано, безпритульні собаки і коти частіше уражуються збудниками паразитарних хвороб, ніж домашні. Причому, у 17,7% собак та 14,3% котів були зареєстровані змішані інвазії.

Найчастіше гельмінтів реєстрували у тварин, яких утримували у притулках, незважаючи на той факт, що дегельмінтизацію тварин там проводять

один або два рази на рік. Пов'язуємо таку ситуацію з локалізацією великої кількості собак та котів на обмежених вольєрами і клітками території, використанням спільного інвентарю для догляду за тваринами та їх годівлі. Крім того, не приділяється належної уваги знезараженню інвазійних елементів у доквіллі, дезінвазії приміщень, вольєрів і прилеглих до них територій.

Переважну більшість собак, яких утримують у квартирах, 2–3 рази на день вигулюють, що підвищує ризик їх контакту з пропагативними стадіями гельмінтів. Інвазовані коти і собаки, що мешкають у приватному секторі міст або передмісті, безперешкодно пересуваються, залишаючи на територіях прилеглих до житлових будинків, шкід, дитячих садків, скверів, парків екскременти, насичені яйцями і личинками гельмінтів. Механічно збудники паразитозів можуть розноситися на значні території, потрапляти до помешкань, де ними інвазуються квартирні коти та собаки.

У приватному секторі, де утримують і проводять забій свиней, незнезаражені конфіскати часто згодовують домашнім хижакам, що підтримує циркуляцію цестодозів.

При обстеженні проб, відібраних у місцях вигулу домашніх тварин, збудники паразитозів виявлені у 26,6% випадків. Переважну більшість інвазійних елементів реєстрували у ґрунті – 14,7%, піску – 8,3%, траві – 2,7% та воді – 0,9% і були представлені яйцями *T. canis* (контаміновані 11,1% проб) і зародками *T. leonina* (5,5% проб). Простежується пряма залежність між контамінацією об'єктів довкілля інвазійним матеріалом і щільністю тварин, які мешкають на цій території.

Аналіз джерел літератури і результатів власних досліджень щодо функціонування паразитарних систем в умовах антропогенно змінених територій свідчать про порушення механізмів їх саморегуляції та формування паразитарного забруднення, що супроводжується процесами паразитарної сукцесії, експресії і експансії.

Вираженість прояву цих процесів залежить від таксономічної приналежності паразитів і притаманних їм життєвих циклів. Так, зокрема, при аскаридозному забрудненні урбанізованих територій чітко проявляється усі вище згадані процеси, які протікають синхронно.

Експансія аскаридів – освоєння ними нових хазяїв, територій та поява у них не властивих раніше шляхів передачі. Збудників нематодозів з ряду Ascaridida реєструють повсюдно. Космополітичне поширення цих нематод зумовлене винятковою стійкістю їх пропагативних стадій до негативного впливу екологічних чинників. Зокрема, яйця аскаридів зберігають свою життєздатність (у межах від 32 до 35% випадків) після знезараження осаду стічних вод шляхом природного підсушування на му-

лових площадках протягом 2-х років (Романенко, 2005).

Високі показники паразитарного забруднення токсакарами та токскарисами формуються переважно за рахунок зростання чисельності непродуктивних тварин на урбанізованих територіях. Інвазовані собаки і коти контамінують яйцями гельмінтів об'єкти довкілля на територіях житлових масивів і місць відпочинку у місті. Яйцепродукція самиць *T. canis* сягає 7–11 тис. яєць на добу (Бессонов, 2002).

Для аскарид характерне аліментарне інвазування, зокрема і в лактаційний період, а у *T. canis* ще й трансплацентарне, що забезпечує ураження домашніх хижаків з перших днів після народження. Такі тварини протягом усього життя є гельмінтоносіями; передають збудників інвазій своєму потомству та є джерелом забруднення пропагативними стадіями паразитів компонентів довкілля в місцях свого помешкання.

Суттєвим фактором, що сприяє експансії аскарид, є посилення міграційних потоків населення, експорт та імпорт декоративних тварин, що забезпечує їх активну циркуляцію за рахунок розширення кола хазяїв (дефінітивних, резервуарних) і механічних поширювачів паразитів (Бессонов, 2002; Бодня, 2009).

Персистентність пропагативних стадій аскарид забезпечує функціонування поширеного еколого-паразитологічного явища – паратенічного паразитизму, як складової паразитарного забруднення. Людина для цих зоонозних паразитів є неспецифічним хазяїном. Зростаюча кількість випадків ларвальних інвазій, спричинених нематодами з ряду *Ascaridida* тварин, у мешканців мегаполісів створює соціальну проблему. Її екологічний аспект проявляється в інтенсивному залученні людини, як неспецифічного, випадкового хазяїна гельмінта в його життєвий цикл (Захарчук, 2007).

Про формування нових, раніше не властивих аскаридадам, шляхів передачі свідчать дані про зростаючу актуальність водного фактора в передачі нематод *T. canis* і *T. leonina* на урбанізованих територіях (Беєр і др., 1999).

Паразитарна сукцесія проявляється у частковій зміні паразитофауни хазяїв. Якісне та кількісне домінування нематод з ряду *Ascaridida* у зараженості домашніх хижих тварин і людини пояснюється саме їх активністю в сучасних сукцесійних процесах, яка визначає їх провідну роль у формуванні паразитарного забруднення урбанізованих територій. Процес сукцесії проявляється у високих показниках інвазованості тварин-компаньйонів, як на території України так і за її межами. Зокрема, серед гельмінтозів собак токсакароз є найбільш епізоотично значимим у більшості регіонів світу. В окремих містах ураженість тварин *T. canis* сягає 100% (Бес-

сонов, 2002; Пашкина та ін., 2006). Крім того, зростання екстенсивності інвазії токсакарозом людей є свідченням того, що паразит неухильно розширює свій ареал, проникаючи в екологічну нішу, властиву раніше лише паразитам людини.

На сьогодні паразитарне забруднення урбанізованих територій сприяє розширенню і посиленню напруженості епізоотичних та епідемічних процесів, а самі паразити вже можуть виступати в якості індикаторів загального забруднення навколишнього середовища. Така ситуація зумовлена втручанням у функціонування паразитарних систем потужних антропогенних чинників, які призвели до підвищення патогенності паразитів з одного боку і зниження стійкості хазяїв – з другого (Сонин і др., 2000).

Таким чином, результати проведених обстежень вказують на складну екологічну ситуацію, пов'язану із забрудненням урбанізованих територій збудниками паразитарних, зокрема, зоонозних хвороб. У формуванні осередків паразитарного забруднення основну роль відіграють безпритульні коти та собаки, які є хазяями і джерелом поширення гельмінтів. Роль людини полягає у створенні умов, що сприяють росту чисельності специфічних і неспецифічних хазяїв паразитів та у низькій ефективності методів діагностики та профілактики паразитарних хвороб.

Вважаємо, що в умовах України інтенсивна циркуляція нематод з ряду *Ascaridida* на урбанізованих територіях пов'язана, в основному, з рядом екологічних чинників, а саме: 1) стрімке та некероване зростання зараженості специфічних (домашні хижі) і неспецифічних (людина) хазяїв та їх взаємних контактів; 2) соціально-економічні чинники, зокрема, погіршення санітарних умов проживання людей і утримання тварин; 3) соціально-психологічні чинники – відсутність спеціально відведених територій для виходу домашніх улюбленців, культури прибирання тваринних екскрементів, доступ собак та котів до смітників, місць торгівлі продуктами харчування, невідповідність соціальних програм типу «Тварина в місті», недостатня кількість і низька ефективність функціонування притулків для безпритульних тварин.

У плануванні протипаразитарних заходів важливим аспектом є розробка нових підходів, спрямованих на контроль за чисельністю безпритульних собак і кішок; облаштування місць для їх виходу; проведення заходів з дегельмінтизації; просвітницька робота серед власників тварин, а також контроль та нагляд за рівнем забрудненості збудниками гельмінтозів об'єктів зовнішнього середовища та їх оздоровлення.

Висновки:

1. Ступінь інвазованості собак і котів, які мешкають або утримуються в місті Києві та

на його околицях, складає 40,6 і 61,9%, відповідно, а яйцями та личинками контаміновано 26,6% об'єктів довкілля.

2. Роль антропогенного фактора у формуванні осередків паразитарного забруднення полягає в неконтрольованому рості чисельності тварин-компаньйонів на урбанізованих територіях і незадовільній культурі їх утримання.

Список літератури:

1. Березина Е.С. Особенности распространения токсокароза в популяции собак и человека // Ветеринарная патология. – 2006. – № 3. – С. 44–56.
2. Бессонов А. С. *Toxocara spp.* и токсокароз : проблемы эпидемиологии и перспективы борьбы // Ветеринария. – 2002. – № 3. – С. 55–58.
3. Беэр С.А., Новосильцев Г.И., Мельникова Л.А. Роль водного фактора в рассеивании яиц *Toxocara* и распространении токсокароза в условиях мегаполиса // Паразитология. – 1999. – Т.33., № 2. – С. 129–135.
4. Бодня Е. И. Профилактика паразитозов в современных условиях // СЕС. Профілактична медицина: науково виробниче видання. – 2009. – № 1. – С. 34–37.
5. Захарчук О.І. Патоморфологічні зміни в організмі хазяїна внаслідок міграції ларвальних стадій гельмінтів // Клінічна анатомія та оперативна хірургія. – 2007. – Т. 6, № 4. – С. 87–91.
6. Захарчук О. І. Стан захворюваності на токсокароз тварин та людини у Чернівецькій області // Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. – 2007. – Вип. 8, № 1–2. – С. 143–147.
7. Колос Л.А., Тимошенко С.Н., Кракович А.В. Некоторые аспекты эколого-паразитологического мониторинга мегаполиса Киева // Сучасні інфекції. – Київ, 2009. – № 1. – С. 48–53.
8. Пашкина Ю.В., Скосырева Э.Н., Шакерова Е.А., Грачева Е.А., Николаева А.С. Экологические аспекты многофакторного воздействия на формирование нозологического профиля заразной патологии собак и кошек на урбанизированной территории // Ветеринарная патология. – 2006. – № 3. – С. 63–66.
9. Романенко Н.А., Гузеева Т.М., Евдокимов В.В. Сточные воды и их осадки : проблемы санитарно-паразитологического контроля // РЭТ-инфо. – 2005. – № 4. – С. 27–29.
10. Сонин М.Д., Беэр С.А., Ройтман В.А., Сергиев В.П., Романенко Н.А. Закономерность формирования паразитарного загрязнения среды в урбанизированных экосистемах // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2000. – № 1. – С. 7–11.

ECOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION OF PARASITIC POLLUTION IN THE URBANIZED TERRITORIES

N.O. VOLOSHYNA, P.Y. KILOCHYTSKIY

Infection of dogs and cats parasites, their specific structure and contamination by eggs and larvae helminths territories of Kiev and his suburbs is established. On an example of widespread nematodes from group Ascaridida the actual problem of parasitic pollution is shined and ecological laws of her formation in the urbanized territories are established.

Key words: parasitic contamination, nematode from group Ascaridida, house predatory animals, urbanized territories.

Одержано редколегією 02.11.2010

TYPE AND AUTHENTIC SPECIMENS OF TAXA OF *CYTISUS* S.L. IN THE HERBARIUM OF Y. FED'KOYCH CHERNIVTSI NATIONAL UNIVERSITY (CHER)

D. Pifkó¹, M. Shevera²

¹ Hungarian Natural History Museum, P.O. Box 222, H-1476 Budapest, Hungary, e-mail: pifko@nhmus.hu.

² M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine,
Tereschenkivska St. 2, 01601 Kyiv, Ukraine, e-mail: shevera@mail.ru

Type specimens of species of genus *Cytisus* Desf. s. l. sect. *Tubocytisus* DC. (= *Chamaecytisus* Link): topotypes of *C. heuffelii* Wierzb. var. *romanicus* Prod., *C. austriacus* L. var. *virescens* Kovács ex Neilr., and topotype of *C. podolicus* Blocki, deposited in the Herbarium of Y. Fed'kovych Chernivtsi National University (CHER) are presented.

Key words: *Cytisus*, *Chamaecytisus*, herbarium, Chernivtsi, Romania, Ukraine.

Introduction. The value of the Herbarium is characterized by some criteria (Васер, Крицька, 1995), and among them one of the most important parameters is the number of authentic specimens.

The Department of Botany and CHER Herbarium of Y. Fed'kovych Chernivtsi National University founded in 1876, is one of the oldest botanical institutions in Ukraine. The herbarium contains ca. 150,000 herbarium specimens, including F. Herbach and F. Hraf personal collections, as well as Austrian (E. Tangl, K. Bauer, O. Porsh et al.), Romanian (M. Guşuleac, E. Ţopa, K. Hormuzaki et al.), Ukrainian (I. Artemchuk, Z. Gorokhova, T. Solodkova, Z. Zayets, I. Chornej et al.), and western European collections (Чорней, 1995). These collections more or less fully represented the flora of Bukovina, especially the flora of Chernivtsi Region (Ukraine), and publications on the flora of North Bukovina usually based also on these collections. In the CHER Herbarium, some type and authentic specimens of vascular plants are present, but those of *Cytisus* Desf. as well as other taxa have not been identified yet.

Results. Several articles on selection of type specimens of the genus *Cytisus* were published (Крицька та ін., 1999; Федорончук, Шевера, Крицкая, 2003; Pifkó, 2004, 2005, 2009). In 2008 and 2009, a critical investigation was carried out on the type materials of some species of the genus *Cytisus* Desf. s. l. (*Fabaceae* Lindl.) deposited in the CHER Herbarium. In the CHER Herbarium some type specimens of *Cytisus* species sect. *Tubocytisus* DC. (= *Chamaecytisus* Link), e.g. isolectotypes of *C. heuffelii* Wierzb. var. *romanicus* Prod., *C. austriacus* L. var. *virescens* Kovács ex Neilr., and *C. podolicus* Blocki (Figs 1-3) were selected and are reported here.

The basionim, the place and text of protologues,

categories of types, label text, and critical comments are given for each type.

1. *Cytisus austriacus* L. var. *virescens* Kovács ex Neilreich, 1846, Fl. Wien.: 640; J. v. Kováts, Fl. exsicc. Vindobon. 126.

According to the protologue: «... in den Remisen des Laaer Berges; auf dem Bisamberge».

Isolectotype: «J. v. Kováts, Flora Exsiccata Vindobonensis. 126. Laa b. Wien. Inter frutices. J. v. Kováts», CHER.

Note. *Cytisus austriacus* var. *virescens*, a critical variety from the *C. austriacus* group, was considered as a taxon at different levels, e.g. *C. austriacus* var. *virescens*, *C. austriacus* subsp. *virescens* (Kovács ex Neilr.) Domin, *C. supinus* L. subsp. *austriacus* (L.) Briq. var. *virescens* (Kovács ex Neilr.) Briq., and even at species level as *C. virescens* (Kovács ex Neilr.) A. Kerner. J. Dostál (1984) considered it to be a hybrid between *Ch. supinus* (L.) Link and *Ch. austriacus* (L.) Link. The natural distribution range of the species includes Austria, Serbia, Czech and Slovak Republics, Hungary, and Romania (?). The lectotype of *C. austriacus* var. *virescens* was designated in the BP Herbarium (Pifkó, 2005). This species is a transitional taxon between *Ch. rochelii* and *Ch. austriacus* s. str., and it is not a hybrid, although it is difficult to differentiate it from *Ch. rochelii*.

2. *Cytisus heuffelii* Wierzb. var. *romanicus* Prodan, 1923, Bulet. de inf. al. Grăd. Bot. Cluj. 3: 26.

According to the protologue: «Oltenia distr. Romanaţi. In arena mobili ad pagum Celar, alt. cca 50 m. s. m. 22 Sept. 1922. Leg. I. Prodan».

Isolectotype: «Oltenia distr. Romanaţi. In arena mobili ad pagum Celar, alt. cca 50 m. s. m. 22 Sept. 1922. Leg. I. Prodan», CHER.



Fig 2. *Cytisus heuffelii* Wierzb. var. *romanicus* Prodan



Fig 1. *Cytisus austriacus* L. var. *virescens* Kovács ex Neilreich

Note. The range of the species is confined to Romania. V. Ciocârlan (2008) regarded this taxon as *Ch. danubialis* (Velen.) Rothm. Several similar taxa have been described from the lower section of the Danube: *C. heuffelii* Wierzb. (Kajrасово, Serbia), *C. danubialis* Velen. (Лом, Bulgaria), *C. jankae* Velen. (Разград, Bulgaria), *C. noeanus* Reichb. in Briq. (Никопол, Bulgaria). Further studies are required to clarify the status of these taxa. 3. *Cytisus podolicus* Błocki, 1895, Allg. Bot. Zeitschr. 1: 137.

According to the protologue: «... in Probabin bei Horodenka, Dobrowlany bei Zaleszczyki (Galizien) und zwischen Werenczanka und Kadobeslie (Bukowina)».

Topotype (Shevera, here designated; ibid. 2008, in herb., pro topotypus): «Probabin pr. Horodenka (Galiciae orient.-australis) – in collibus calcareis, 24.VII.1912, B. Błocki», CHER.

Note. The distribution area of the species includes Ukraine and Moldova (Висюліна, 1954; Цвелев, 1987), and Poland (?), Byelorussia (?), Russia (European part) (?) (Yakovlev, Sytin, Roskov, 1996). It is a rare, Podolian endemic species, listed in the Red Data Book of Ukraine (Шевера, Люблінська, Орлов, 2009). The lectotype of the species is deposited in the LW Herbarium (N 126608) (Крицька та ін., 1999), two syntypes in KRAM.

* There is a herbarium specimen of *C. podolicus* x *C. leucanthus* Błocki, in herb.: «Probabin pr. Horodenka (Galiciae orient.-australis) – inter parentes. 22.VII.1912, B. Błocki» in the CHER Herbarium (Fig. 4). This was an unpublished name which appears on B. Błocki's herbarium sheets. This specimen presumably belongs to *Ch. blockianus*. Further studies are required to clarify, whether *Ch. blockianus* is a distinct species, or it is an infraspecific taxon of *Ch. podolicus*.

Acknowledgements. Authors are grateful to Dr.Sc. Illya Chorney, Head of the Department of Botany and Curator of CHER Herbarium of the Y. Fedkovych Chernivtsi National University, Dr. Alla Tokaryuk for their valuable help and advice, preparing photos; Prof. Dr.Sc. Sergei Mosyakin, Director of the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, for critical comments and improving the style and language of the manuscript.

References

1. Вассер С.П., Крицька Л.І. Від редактора та укладача. – В кн. Гербарії України. Відпов. ред. С.П. Вассер. – К.: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 1995. – С. 3-6.
2. Висюліна О.Д. *Cytisus* L. // Флора УРСР. – Ред. Д.К. Зеров. – Т. 6. – К.: вид-во АН УРСР, 1954. – С. 330-348.
3. Крицька Л.І., Мосякін С.Л., Новосад В.В., Федорончук М.М., Царенко О.М., Шевера М.В. Типіфікація видів судинних рослин, описаних з території України: родина *Fabaceae* Lindl. // Укр. ботан. журн. – 1999. – Т. 56, № 6. – С. 606–616.
4. Федорончук Н.М., Шевера М.В., Крицька Л.І. Коллекция типов видов семейства *Fabaceae* s.l. в Гербарии Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины (KW) // Ботан. журн. – 2003. – Т. 88, № 12. – С. 93-108.
5. Цвелев Н.Н. *Chamaecytisus* Link // Флора европейской части СССР. – Ред. А.А. Федоров. – Т. 6. – Л.: Наука, 1987. – С. 216-225.
6. Чорней І.І. Гербарій Чернівецького державного університету ім. Ю. Федьковича. – В кн. Гербарії України. Відпов. ред. С.П. Вассер. – К.: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 1995. – С. 68-69.
7. Шевера М.В., Любінська Л.Г., Орлов О.О. Зіновать подільська – *Chamaecytisus podolicus* (Błocki) Kláskova // Червона книга України. Рослинний світ. – Вид. 3. – Ред. Я.П. Дідух. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 359.
8. Ciocârlan V. Rectifying in few errors in Romanian Exsiccatae // J. Plant Develop. – 2008 – 15. – P. 27-28.
9. Dostál J. Notes to the nomenclature of the Czechoslovak flora // Folia Mus. Rerum Nat. Bohemiae Occid., Bot. – 1984 – 21. – P. 1–21.
10. Pifkó D. Adatok a hazai *Chamaecytisus* fajok ismeretéhez I. // Flora Pannonica – 2004 – Vol. 2, № 2. – S. 25-36.
11. Pifkó D. Taxonomic revision and typification of *Cytisus* (*Leguminosae*) in the Herbarium Carpato-Pannonicum in Budapest (BP) // Ann. Hist.-Nat. Mus. Nat. Hungarici (Budapest). – 2005. – Vol. 97. – P. 21-32.
12. Pifkó D. Schur's *Cytisus* taxa // Studia Botan. Hungarica – 2009. – Vol. 40. – P. 143-163.
13. Yakovlev G. P., Sytin A. K., Roskov Yu. Legumes of Northern Eurasia. – Kew: Royal Botanic Gardens, 1996 – 724 p.

АВТЕНТИЧНІ МАТЕРІАЛИ ВИДІВ РОДУ *CYTISUS* В ГЕРБАРІЇ ЧЕРНІВЕЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМ. Ю. ФЕДЬКОВИЧА (CHER)

Д. ПІФКО, М. ШЕВЕРА

Представлено відомості про автентичні матеріали видів роду *Cytisus* Desf. (*Fabaceae* Lindl.), які зберігаються в Гербарії Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича (CHER): топотипи *C. austriacus* L. var. *virescens* Kovács, *Cytisus heuffelii* Wierzb. var. *romanicus* Prodan та *C. podolicus* Błocki, а також намічений до опису гібрид *C. podolicus* Błocki x *C. leucanthus* Błocki.

Ключові слова: типи (ізолектотипи), автентичні матеріали, *Cytisus*, Гербарії CHER

Одержано редколегією 09.11.2010

ПРО РІДКІСНІ РОСЛИНИ Й ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ «ГОРЯЧИХ ТОЧОК» ЯК ОСЕРЕДКІВ ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ У ВИСОКОГІРНІЙ ФЛОРИ СВИДОВЦЯ (НА ПРИКЛАДІ ВЕРШИНИ БЛИЗНИЦІ ТА «КОМИНІВ» ДРАГОБРАТУ

С.М.Зиман¹, О.Д.Булах¹, Н.Г.Дремлюга¹, А.Ф.Гамор², М.І.Волощук³

1. Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАНУ

2. Ужгородський Національний університет

3. Карпатський біосферний заповідник

e-mail: ziman2@mail.ru; syst@botany.kiev.ua

За результатами власних досліджень та критичного перегляду гербарних колекцій й літератури, високогірна флора масиву Близниця-Драгобрат включає близько 70 видів рідкісних судинних рослин, з них 23 види належить до першої категорії рідкісності. Наші результати підтверджують спільне походження високогірної флори Близниці-Драгобрата, але також відображають наявність у цій флорі принаймні трьох осередків флористичного різноманіття, серед яких вершина Близниці посідає останнє місце.

Ключові слова: рідкісні рослини, «горячі точки», високогірна флора, Близниця-Драгобрат

Вступ. В наш час, коли збіднення багатьох локальних флор під антропогенним впливом відбувається в глобальному масштабі, встановлення чи уточнення осередків фіторізнноманіття є дуже актуальним. В цьому контексті ми вважаємо важливим дослідження так званих «горячих точок» й підтримуємо роботи Menges (1990), Medail & Quezel (1997) та інших авторів, які розвивали аналітичну методологію встановлення «горячих точок» як центрів фіторізнноманіття з високою концентрацією ендеміків. Вихідною тезою цих робіт є виявлення, охорона й збереження таких осередків, причому звертається особлива увага на ендемізм найбільш «горячих точок» високогір'я.

Об'єкт і методи дослідження. Об'єкт дослідження – рослинний покрив високогір'я Близниці-Драгобрата (масив Свидовець, Українські Карпати). Під час підготовки публікації були використані власні результати багаторічних зборів і спостережень, гербарних колекцій (KW, LW, LWS, LWKS) та літературні джерела.

Результати та їх обговорення. Свидовець і, зокрема, Близниця-Драгобрат давно привертають увагу дослідників, починаючи з Zapalowicz (1906-1908), Fedorowicz (1910), Margittai (1923, Margittai, 1935), Wilczynski (1923), Domin (1929, 1930a, b), Klasterski (1929-1931) та ін. Порівняно нещодавно тут інтенсивно працювали львівські ботаніки, у тому числі Я.В.Кардаш (1991) й особливо К.А.Малиновський (1980, Малиновський, Крічфалушій, 2002, Малиновський та ін., 2002), але також ботаніки з інших осередків (Чопик, 1976, Вайнагій, 1983, Крічфалушій та ін., 1999, М.І.Волощук, 2004 та ін.). Помітний внесок у дослідження Близниці-Драгобрата вніс

М.І.Бедей, який спочатку звернув тут увагу на угруповання Festucetea (1967), а згодом опублікував книгу, присвячену флорі й рослинності Близниці-Драгобрата (2006). Крім того, значний інтерес являє собою колективна публікація Ю.Й.Кобіва та ін. (2009), в якій детально розглянуто популяційні особливості рідкісних видів у північній частині Свидовця (Апшинеска, Крачунеска та ін.), з наголосом на стані популяцій більш ніж 10 модельних видів.

Тим часом С.М.Зиман цікавиться Близницею ще з студентських часів, пізніше матеріали її досліджень Близниці було використано у низці публікацій (Зиман, 1997, Зиман та ін., 2006 та ін.), а в останні роки С.М.Зиман разом з колегами досліджувала зосередження рідкісних та ендемічних видів у локальних високогірних флорах Українських Карпат (Зиман та ін., 2010, Ziman et al., 1998, 2005, 2009). У 1995-2007 роках нею разом з колегами було здійснено перегляд наявності рідкісних видів судинних рослин у високогірній флорі комплексу Близниця - Драгобрат як однієї з найбільш визначних частин Свидовця та проведено дослідження особливостей їх зростання, у тому числі уточнення біолого-морфологічних особливостей цих рослин. Під час підготовки даної публікації були використані як власні збори й спостереження, так і гербарні колекції (KW, LW, LWS, LWKS) та вищезазначені літературні джерела.

Високогірна флора масиву Свидовець є однією з найбагатших в Українських Карпатах, й серед локальних флор Свидовця саме флори Близниці й прилеглих до неї стрімких кам'янистих схилів чи «коминів» Драгобрата є унікально насиченими рідкісними та

ендемичними видами. За зведеними даними, флора судинних рослин Свидовця містить близько 350 видів судинних рослин, й близько 100 видів є рідкісними, у тому числі список рідкісних високогірних видів у флорі Близниці-Драгобрата охоплює більше 70 видів.

Нами не було включено до сучасного обговорення близько 15 видів судинних рослин, які вважаються рідкісними, проте спорадично зростають на більшості гірських масивів Карпат й відносяться до четвертої категорії рідкості (LR) (*Alchemilla szaferei* Pawl., *Allium victorialis* L., *Campanula abietina* Griseb. & Schenk, *Centaurea maramarosiensis* (Jav.) Czerep., *Chrysosplenium alpinum* Schur, *Doronicum carpaticum* (Griseb. et Schenk) Nyman, *Euphorbia carpatica* Woloszczak, *Hypericum alpigenum* Kit., *Leontodon repens* Schur, *Leucanthemum rotundifolia* (Waldst. & Kit.) DC., *Melampyrum saxosum* Baumg., *Phyteuma tetramerum* Schur, *Valeriana simplicifolia* (Reichenb.) Kabath, *Viola declinata* Waldst. & Kit.).

Крім того, для 29 видів [*Aconitum bucovinense* Zapal., *A. degenii* Gayer, *Alchemilla deylii* Plocek, *A. pseudincisa* Pawl., *Anthemis carpatica* Willd., *Arabis hornungiana* Schur, *Bellardiochloa violacea* (Bellardi) Chiov., *Cardamine trifolia* L., *Carex atrata* L., *C. dacica* Heuff., *C. lachenalii* Schkuhr., *Dactylis slovenica* Domin, *Draba carinthiaca* Hoppe, *Euphrasia salisburgensis* Funck., *Festuca porcii* Hackel, *F. tenuifolia* Sibth., *Orobancha reticulata* Wallr., *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr., *Oxyria digyna* (L.) Hill, *Oxytropis carpatica* Uechtr., *Pyrola carpatica* Holub & Krisa, *Primula minima* L., *Salix retusa* L., *Selaginella helvetica* (L.) Spring., *Sempervivum montanum* L., *Thalictrum transsilvanicum* Schur, *Thlaspi dacicum* Heuffel, *Trisetum ciliare* (Kit.) Domin, *Veronica bellidioides* L.] бракує достовірних даних (DD), незважаючи на згадки про їх зростання на Свидовці й Близниці (Маргітай, 1923, Domin, 1929, 1930, Wilczynski, 1923, Чопик, 1976, геоботанічні описи К.А.Малиновського й В.В.Крічфалушія, 2002).

Між тим на підставі власних досліджень ми підтвердили наявність у високогірній флорі Близниці-Драгобрата декількох видів, щодо зростання яких були сумніви, тому включили до нашого розгляду ще чотири види: *Campanula subcapitata* V.Pop., *Coeloglossum alpinum* Schur, *Phyteuma confusum* A.Kerner, *Silene carpatica* (Zapal.) Czopik. Крім того, ми переглянули для деяких рослин категорії рідкості. Зокрема, у К.А.Малиновського та ін. (2002) 10 видів (*Acinos baumgartenii* (Simk.) Klok., *Anthyllis alpestris* Reichenb., *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm., *Bupleurum ranunculoides* L., *Campanula kladniana* (Schur) Witasek, *Galium carpaticum* Klok.,

Helianthemum grandiflorum (Scop.) DC., *Polygala subamara* Fritsch., *Selaginella selaginelloides* (L.) Beauv. ex Schrank et C.F.P.Mart.) зазначені як DD, ми ж вважаємо їх приналежними до категорій CR, EN чи VU. Для шести видів (*Anemone narcissiflora* L., *Pedicularis hacquetii* Graf, *Phyteuma vagneri* A.Kerner, *Primula poloninensis* (Domin) Fed, *Pulsatilla scherfelii* (Ullep.) Skalicki, *Rumex scutatus* L.) доцільно змінити LR на VU, для двох видів (*Draba aizoides* L., *Carduus kernerii* Simonk.) - EN на CR.

В результаті нашого критичного перегляду складу високогірної флори комплексу Близниця-Драгобрат, до першої категорії рідкості (CR) має відноситися 23 види: *Achillea schurii* Sch. Bip., *Aconitum jacquinii* Reichb., *Antennaria carpatica* (Wahlenb.) Bluff & Fingerh., *Anthyllis alpestris*, *Aquilegia nigricans* Baumg., *Aster alpinus* L., *Astragalus krajinae* Domin, *Biscutella laevigata* L., *Carduus kernerii*, *Coeloglossum alpinum*, *Draba aizoides*, *Dryas octopetala* L., *Erigeron alpinus* L., *Gentiana nivalis* L., *Hedysarum hedysaroides* (L.) Schinz. & Thell., *Leontopodium alpinum* Cass., *Minuartia zarecznyi* (Zapal.) Klok., *Phyteuma confusum*, *Ranunculus thora* L., *Salix alpina* Scop., *Saxifraga androsacea* L., *Selaginella selaginoides*, *Veronica aphylla* L. Видів з другою категорією рідкості (EN) 19: *Acinos baumgartenii*, *Asplenium septentrionale*, *Bupleurum longifolium* L., *Carex rupestris* All., *Centaurea kotschyana* Heuffel. ex Kotsch., *Doronicum clusii* (All.) Tausch., *Gentiana acaulis* L., *G. ciliata* (L.) Borkh., *G. lutea* L., *Helianthemum grandiflorum*, *Hypersia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et C.F.P.Mart., *Jovibarba pressiana* (Domin) Omelcz. & Czopik, *Leontodon pseudotaraxaci* Schur, *Primula halleri* J.F.Gmelin, *Rhodiola rosea* L., *Rhododendron myrtifolium* Scott. & Kotschy, *Sedum atratum* L., *Taraxacum nigricans* (Kit.) Reichb., *Trollius transsilvanicus* Schur. Решта (близько 30 видів) відноситься до третьої категорії рідкості (VU).

Слід зазначити, що наші флористичні дані у значній мірі збігаються з результатами дослідження М.І.Бедея (2006), у тому числі відносно зростання на Близниці-Драгобраті критично загрожених *Antennaria carpatica*, *Aquilegia nigricans*, *Aster alpinus*, *Astragalus krajinae*, *Carduus kernerii*, *Draba aizoides*, *Dryas octopetala*, *Hedysarum hedysaroides*, *Minuartia zarecznyi*, *Ranunculus thora*, *Salix alpina*, *Saxifraga androsacea* та деяких інших видів, що відносяться до цієї категорії рідкості. Проте в наших геоботанічних описах та описах, опублікованих для Близниці - Драгобрата К.А.Малиновським та В.В.Крічфалушієм (2002), були відсутні *Oxyria digyna* (L.) Hill (EN), *Diphasiastrum alpinum* (L.) Holub (VU), *Veronica*

aphylla L., крім того, в «Конспекті флори гір Близниці і Драгобрат» (Бедей, 2006) наводяться відсутні тут *Aquilegia transsylvanica* Schur (наявна в Чивчино-Гринявах) й *Dichodon cerastoides* (L.) Briff. (відомий з Чорногори).

Незважаючи на згадані розбіжності, розглядаємо нашу публікацію як наступний етап дослідження Близниці – Драгобрата, яке має доповнити відомості про флористичні особливості даного регіону.

Ще одна важлива нотатка – про дискусійний таксономічний статус низки рідкісних видів (таких як *Achillea schurii*, *Acinos alpinus*, *Aquilegia nigricans*, *Campanula subcapitata*, *Phyteuma confusum*, *Silene carpatica* та ін.), про що ми вже писали нещодавно (Зиман та ін., 2006), також про біоморфологічні особливості рідкісних видів, зокрема, приналежність частини з них до так званих примітивних напівкущиків, що також частково розглядалось у наших публікаціях (Зиман, 1997).

«Горячими точками» у світовій літературі прийнято вважати конкретні угруповання. На нашу думку, у межах «горячих точок», крім рівня їх ендемізма, слід звертати увагу також на рідкісні види, як це пропонують Beville & Louda (1990), Channell & Lomolino (2000) й Fiedler & Ahouse (1992), але, крім того, на ендемічні чи реліктові асоціації, в яких зростає більше п'яти рідкісних таксонів.

В результаті критичного аналізу близько 25 геоботанічних описів, зроблених нами у високогір'ї Близниці-Драгобрата (на висотах 1400-1800 м над рівнем моря) у 1994-1995 та 2002-2007 роках та 40 описів К.А.Малиновського (Малиновський, Крічфалушій, 2002), датованих переважно 1963 роком, ми прийшли до думки про те, що наявність угруповань та їх видовий склад за 40-50 років мало змінилися. Зокрема, на Драгобраті, як і раніше, найбільш поширені асоціації *Cetrario-Festucetum carpaticae* Domin 1930, *Thymo-Festucetum amethystinae* Kriczfalusy et Malynovski 2000, *Saxifraga paniculatae-Festucetum versicoloris* Wal. 1933, *Festucetum pictae* Krajina 1933, *Seslerietum coerulans* Malynovski 1980, *Caricetum sempervirentis* (Domin 1933) Puscaru et al. 1956, *Achilleo schurii-Dryadetum* (Beldie) Coldea 1984, *Rumici scutati-Rhodioletum roseae* Malynovski et Kricsfalussy 2000, причому більшість угруповань займають невеликі площі на не повністю задернованих ділянках (так звані «полиці»). Крім того, значне поширення мають відкриті угруповання на кам'янистих відслоненнях і скелях. Тим часом поблизу вершини Близниці наявні асоціації *Caricetum sempervirentis* та *Cetrario-Juncetum trifidi* Malynovski et Kriczfalussy 2000.

Найбільш цікавими є три асоціації, з

найбільшим флористичним багатством (від 50 до 80 видів, серед яких близько 20 є рідкісними), й з них асоціації *Thymo-Festucetum amethystinae* й *Achilleo schurii-Dryadetum* (Beldie) Coldea 1984 ендемічні, у той час як асоціація *Saxifraga paniculatae-Festucetum versicoloris* вважається реліктовою.

За насиченістю рідкісними видами високогірні локалітети досліджуваного регіону утворюють такий ряд. Найбільша насиченість рідкісними видами відмічена для *Seslerietum coerulans* й *Cetrario-Festucetum carpaticae* та відкритих угруповань без злаків на третьому «комині» Драгобрата (разом 55 рідкісних видів, з них 23 види першої категорії), далі йде перший «комин» (майже ті самі асоціації, 50 рідкісних видів, з них 13 видів першої категорії), у той час як угруповання на вершині Близниці на останньому місці (дві вищезгадані асоціації, 25 рідкісних видів й 10 видів першої категорії).

За унікальністю рідкісних видів на першому місці знову третій «комин» (шість рідкісних видів зростають лише тут, у тому числі три види першої категорії – *Leontopodium alpinum*, *Draba aizoides*, *Hedysarum hedysaroides*), на другому місці вершина Близниці (чотири унікальні рідкісні види, з них один вид першої категорії – *Saxifraga androsacea*), на останньому – перший «комин» (три унікальні рідкісні види – *Doronicum carpaticum* (Griseb. & Schenk) Nyman, *Huperzia selago*, *Rumex scutatus*, серед яких немає видів першої категорії).

В результаті порівняння видового складу угруповань в усіх досліджуваних локалітетах виявилось, що для всіх спільними є 15 рідкісних видів, з них п'ять відносяться до першої категорії рідкісності – *Achillea schurii*, *Anthyllis alpestris*, *Aster alpinus*, *Phyteuma confusum*, *Selaginella selaginelloides*. Попарне порівняння видового складу досліджуваних локалітетів показало найбільшу близькість першого й третього «коминів» (29 спільних рідкісних видів, з них 11 видів першої категорії), у той час як на вершині Близниці спільні з ними 20 та 19 рідкісних видів.

Дані результати можна розглядати як підтвердження спільного походження досліджуваних флористичних комплексів, так і наявності у високогірній флорі Близниці в широкому розумінні трьох осередків флористичного різноманіття (так званих «горячих точок»), серед яких вершина Близниці посідає останнє місце.

Нами було виявлено, що за загальним флористичним багатством «горячі точки» Близниця – Драгобрат утворюють той же ряд, що і наявні в них рідкісні види – від третього

«комина» через другий і перший до вершини Близниці (від 80 до 35 видів). Наступний ряд – насиченість «горячих точок» ендемічними видами - від третього «комина» (25 видів) до вершини Близниці (15 ендемічних видів).

Особливості географічного поширення рідкісних видів у високогірній флорі Близниці – Драгобрата наступні: більше третини від їх кількості становлять карпатські ендеміки та субендеміки (32 види), серед яких найбільш помітна частка східно-південно-карпатських ендеміків (13 видів), у той час як видів, поширення яких обмежено лише Східними Карпатами, 10. Цікаво, що карпатські ендеміки відносяться переважно до другої чи навіть третьої категорії рідкісності, а критично загрожуваних видів усього 7 (*Achillea schurii*, *Aconitum jaquinii*, *Astragalus krajinae*, *Carduus kernerii*, *Coeloglossum alpinum*, *Minuartia zareznyi*, *Phyteuma confusum*), причому вони є, в основному, вузькими географічними расами з дискусійним таксономічним статусом. Видів з європейськими ареалами 24, й це переважно види, що зростають у горах Середньої та Південно-Східної Європи, причому більше половини з них – критично загрожувани види (*Biscutella laevigata*, *Draba aizpodes*, *Gentiana novalis*, *Ranunculus thora*, *Salix alpina* та ін.).

Ми вважаємо, що встановлення «горячих точок» у високогірній флорі Українських Карпат є важливим кроком до вирішення проблеми збереження фіторізноманітності й нових підходів до розуміння історії флори Карпат та інших гірських країн Європи. Слідом за Stebbins (1980), Fiedler & Ahouse (1992) й Schemske & al, (1994), ми розглядаємо дослідження природи рідкісності рослин як важливу складову збереження рослин на популяційному рівні, у тому числі підкреслюємо необхідність звернути особливу увагу на порівняльне вивчення рідкісних рослин та близьких до них широко поширених таксонів з точки зору їх біології, життєвих форм та генетичної структури.

Висновки

За результатами власних досліджень та критичного перегляду гербарних колекцій й літератури ми вважаємо, що високогірна флора масиву Близниця-Драгобрат включає близько 70 видів рідкісних судинних рослин, з них 23 види належить до першої категорії рідкісності.

Загальна кількість ендемічних та субендемічних видів у високогірній флорі Близниці-Драгобрата становить близько 40 видів, й переважна більшість з них є рідкісними.

аші результати аналізу трьох «горячих точок» високогірної флори Близниці-Драгобрата під-

тверджують їх спільне походження як складової частини Свидовця, але також відображують наявність у цій високогірній флорі принаймні трьох осередків флористичного різноманіття, серед яких вершина Близниці посідає останнє місце. Охорона й збереження найбільш «горячих точок» високо гір»я, до яких беззаперечно відносяться вершина Близниці й «комини» є одним з першочергових завдань збереження різноманітності рослин в Українських Карпатах.

Список літератури

1. Бедей М.І. Овсяничники Украинских Карпат и их эколого-биологическая характеристика. Автореф. канд. биол. наук. – К., 1967. – 29 с.
2. Бедей М.І. Близниця - Драгобрат (флора, рослинність, охорона). Ужгород: Ліра, 2006. – 105 с.
3. Вайнагій І.В. Рідкісні рослини Карпатського заповідника та організація їх охорони. - К.: Наук. думка, 1983. – С. 136.
4. Волощук М.І. Раритетні чагарникові угруповання альпійського поясу Карпатського біосферного заповідника // Наук. Вісник УжНУ, сер. біол. Вип. 15, 2004. – С. 48-51.
5. Зиман С.М. Популяційна різноманітність високогірних рідкісних видів квіткових рослин. У кн.: Біорізноманіття Карпатського біосферного заповідника. – Київ: Інтерекоцентр. – 1997. – С. 335-352.
6. Зиман С.М., Булах О.В., Гамор А.Ф. Про рідкісні високогірні види квіткових рослин у флорі Українських Карпат – вікаріанти видів з широкими ареалами та екологією // Наук. зап. Держ. прир. муз. Вип. 22, 2006. – С. 25-34.
7. Зиман С.М., Булах О.В., Гамор А.Ф. Про збереження різноманіття у високогірній флорі Українських Карпат й охорону «горячих точок». Матер. міжнар. конф. «Сталий розвиток Карпат та інших гірських регіонів Європи. 8-10.09.2010. – Ужгород. – С. 292-297.
8. Кардаш Я.В. Про охорону рідкісних та ендемічних видів флори високогір'я Свидовця в Українських Карпатах // Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол., Вип. 49, 2009. – С. 63-82.
9. Кобів Ю., Прокопів А., Гелеш М., Борсукевич Л. Поширення, стан популяцій та характеристика оселищ рідкісних і загрожених видів рослин у північній частині Свидовця (Українські Карпати) // Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол., Вип. 49, 2009. – С. 63-82.
10. Крічфалушій В.В., Будніков Г.Б., Мигаль А.В. Червоний список Закарпаття. Види рослин та рослинні угруповання, що знаходяться під загрозою зникнення. – Ужгород: Ун-т, 1999. -192 С.
11. Малиновський К.А. Рослинність високогір'я Українських Карпат. К.: Наук. думка, 1980. – 280 с.
12. Малиновський К.А., Крічфалушій В.В. Рослинні угруповання високогір'я Українських Карпат. – Ужгород. – 2002. – 243 с.

13. Малиновський К.А., Царик Й.В., Кияк В.Г., Нестерук Ю.І. Рідкісні, ендемічні, реликтові та погранично-ареальні види рослин Українських Карпат. - Львів: Ліга-Прес, 2002. - 76 с.
14. Маргіттай А. Вносы к флоре Подкарпатской Руси // Научн. журн. По естествоведению. Квартальник 1У секции. - Мукачево. - Pannonia. - 1923. - Ch. 1. - P. 8-79.
15. Чопик В.І. Високогірна флора Українських Карпат. - К.: Наук. думка, 1976. - 269 с.
16. Beville R.L. & Louda S.M. Comparison of related rare and common species in the study of plant rarity // Conserv. Biol. - 1999. - Vol. 13. - P. 493-498.
17. Channell R. & Lomolino M.V. Dynamic biogeography and conservation of endangered species // Nature. - 2000. - Vol. 403. - P. 84-86.
18. Domin K. Additamenta ad cognitionem florum Rossiae Subcarpathicae. IV // Acta Bot. Bohem. - 1929. - Vol. 8. - P. 1-14, 26-43.
19. Domin K. Vrcholova kvetena Velke Bliznice ve Svidovci // Veda Pr. 1930. - N. 11. - S. 188-190.
20. Fedorowicz D. Z wecieczki botanicznej na Swidowcu // Kosmos. - 1910. - T. 35. - S. 800-801.
21. Fiedler P.L. & Ahouse J.J. Hierarchies of cause: toward an understanding of rarity in vascular plant species. In: Fiedler, P.L. & Jain, S.K. (eds.) Conservation biology, the theory and practice of nature conservation, preservation and management. - 1992. - New York & London: Chapman & Hall. - P. 23-47.
22. Klasterski J. Ad Floram carpatorossicam additamenta critica // Preslia. - 1929. - Pars. 1, N 8. - P. 9-32; 1930. - Pars. 2, N 9. - P. 5-21; 1931. - Pars. 3, N 10. - P. 76-87.
23. Margittai A. A korosmezei (jaszinai) Pietros-havas flora // Bot. Kozl. - 1935. - N 32. - P. 75-91.
24. Medail F., Quezel P. Hot-spots analysis for conservation of plant diversity in the Mediterranean Basin // Ann. Missouri Bot. Gard. - 1997. - Vol. 84. - P. 112-127.
25. Menges E.S. Population variability analysis for an endangered plant // Conserv. Biol. 1990. - Vol. 4. - P. 52-62.
26. Schemske D.W., Husband B.C., Ruckelshaus M.H., Goodwillie C., Parker M., Bishop J.G. Evaluating approaches to conservation of rare and endangered plants // Ecology. - 1994. - Vol. 75. - P. 584-606.
27. Stebbins G.L. Rarity of plant species: a synthetic viewpoint // Rhodora. - 1980. - Vol. 82. - P. 77-86.
28. Zapalowicz H. Conspectus Florae Galiciae criticus. Krakow. - I. - 1906; II. - 1908; III. - 1911.
30. Ziman S., Coldea G., Cristea V., Boscaiu N., Novosad V. Comparative study of the rare species of the Flowering Plants within the high-mountain Floras of the Carpathians (Ukraine and Romania) // Issues of the Sustainable Development of the Carpathian Region. - Rakhiv - 1998. - Vol. 2. - P. 227-232.
31. Ziman S., Hamor F., Hamor A. About "hot spots" analysis for the rare plants conservation within the Ukrainian Carpathians. XVII Internat. Bot. Congr. (Viena, Austria, 17-23.07.2005). - 2005. - P. 597.
34. Ziman S., Bulakh E., Hamor A. "Hot spots" within the high-mountain floras as the sectors of the integrity of the rare species (on the model of the Ukrainian Carpathians). Proceed. IV Balkan Bot. Congress. - Sofia: Inst. Bot., Bulg. Acad. Sci., 2009. - P. 555-561.

ABOUT RARE PLANTS AND COMPARATIVE ANALYSIS OF "HOT SPOTS" AS PHYTODIVERSITY CENTRES IN THE HIGH-MOUNTAIN FLORA OF THE SVIDOVETS (BLIZNITSA-DRAGOBRAT)

S.M.ZIMAN, O.V.BULAH, N.G.DREMLIUGA, A.F.HAMOR, M.I.VOLOSHCHUK

The comparative analysis of the "hot spots" in the high-mountain flora of Bliznitsa-Dragebrat reflected the presence of three phytodiversity centres.

Key words: rare plants, "hot spots", high-mountain flora, Bliznitsa-Dragebrat

Одержано редколегією 09.11.2010

ОСОБЛИВОСТІ НАСАДЖЕНЬ *PINUS SYLVESTRIS* L. В НПП «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»

Л. Г. Любінська, І. О. Одукалець, М. М. Мусієнко

Київський національний університет імені Т. Г. Шевченка,
вул. Володимирська, 64, м. Київ, 02033, Україна

Описано умови зростання *Pinus sylvestris* L. в НПП «Подільські Товтри». Наведено систематичні, морфологічні, ценотичні дані флори насаджень *P. sylvestris*.

Ключові слова: НПП «Подільські Товтри», *Pinus sylvestris* L.

Деградація рослинного покриву зумовлюється різними чинниками, але введення в культуру видів і їх вирощування за межею первинного ареалу набуло значних масштабів у лісівництві. Саме у 1968 році Харківською Комплексною Проектно-дослідницькою експедицією інституту Союзгіпролісгосп було заплановано проектно-дослідницькі роботи зі складання робочих нарисів заліснення невикористаних у сільському господарстві земель в охоронній зоні р. Дністер [1,2]. Значну площу займають насадження хвойних порід, які представлені видами роду *Piceae* L. і *Pinus* L. У 1996 р. створено НПП «Подільські Товтри» (загальна площа - 261 315 га, вилучені землі – 3015,0 га), у який ввійшли землі трьох адміністративних районів Хмельницької обл. (Кам'янець-Подільського, Чемеровецького, Городоцького). За геоботанічним районуванням (Дідух, Шеляг-Сосонко, 2003) [3] одна частина парку належить до Покутсько-Медоборського округу букових, грабово-дубових та дубових лісів, справжніх та остепнених лук та лучних степів Південнопопулярської Західнопопулярської підпровінції широколистяних лісів, луків, лучних степів та евтрофних боліт Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів Європейської широколистянолісової області, а інша – до Центральнопопулярського округу грабово-дубових та дубових лісів і суходільних луків Української лісостепової підпровінції Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених лук та лучних степів Лісостепової підобласті Євразійської степової області. За флористичним районуванням (Заверуха, 1985) територія НПП належить до Ростоцько-Подільського округу Люблінсько-Волинсько-Подільської підпровінції Центральноєвропейської провінції Європейської області Північнопалеарктичного підцарства Голарктичного царства [4].

На території поширені широколистяні ліси та насадження хвойних культур, наявна степова, лучна, кальцепетрофітна, чагарникова, болотна,

прибережно-водна, водна рослинність.

Дані щодо особливостей стану штучних насаджень за участю видів роду *Pinus* на території НПП «Подільські Товтри» обмежені. Актуальним є вивчення насаджень сосни, оскільки спостерігаються негативні тенденції зміни стану фітоценозів. Нині на території НПП «Подільські Товтри» трапляються насадження *Pinus sylvestris* L., *P. pallasiana* D. Don, *P. nigra* J. F. Arnold (3144 га), розподіл яких за користувачами наступний: НПП – 984 га (31,2%); держлісгосп – 1172 га (37,3%); агроліс – 988 га (37,3%) [6].

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом дослідження були штучні насадження *Pinus sylvestris* на території НПП. Для їх вивчення використовували маршрутний метод та методику закладки пробних площ. Опрацьовано 23 ділянки, площею по 100 м². Пробні площі відрізняються умовами зростання. Дослідні ділянки знаходяться на степових схилах, що примикають до лісових масивів, з крутизною 3-10° або на кам'янисто-вапнякових схилах товтр, на терасованих кам'янисто-вапнякових схилах р. Дністер крутизною 25-40° та на виположених ділянках між товтрами чи річковими долинами, а також в лісових масивах.

Визначення видів флори проводили за [11], біоморфи за І. Г. Серебряковим [8], Раритетні рослини асоціації наводяться у відповідності до Зеленої книги України (2009) [5], види з Червоної книги за [9].

Результати досліджень та їх обговорення. В результаті обстеження виявлено, що насадження зростають в різних ґрунтово-кліматичних умовах та ландшафтах і в різних екосистемах, які попередньо були зайняті різними рослинними угрупованнями (табл. 1).

Під час складання типів лісових культур проєктанти інституту Союзгіпролісгосп враховували наступні ознаки: категорія лісокультурних площ, положення, рельєф схилів. Науковцями було розроблено 10 типів лісових культур, з яких на

території НПП трапляються такі: 1) головна порода сосна звичайна; 2) головна порода сосна звичайна та порода замітник сосна чорна; 3) головна порода сосна кримська; 4) головна порода сосна кримська, породи замітники сосна звичай-

на, сосна чорна і ялівець звичайний; 5) головна порода акація біла і сосна кримська. [2]. Але при впровадженні проекту розроблені схеми лісокультури таких порад не завжди дотримувалися.

Таблиця 1

Умови зростання *Pinus sylvestris* L. в НПП «Подільські Товтри»

Місце зростання, район	Геоботанічне районування, округ	Т ° с, Середня (а-січень, в-липень)	Вологість	Грунти	Крутизна схилів	Екосистеми
Городоцький	Покутсько-Медоборський	а)-5,5 в)+18,7	568	Ясно-сірі опідзолені; Сірі опідзолені; Темно-сірі опідзолені;	3-5°	Ліси: Букові, Дубові Злаково-трав'янисті: Остепнені луки
Чемеровецький	Покутсько-Медоборський	а)- 5,6 в)+17,8	629	Ясно-сірі опідзолені; Сірі опідзолені; Темно-сірі опідзолені; Дернові оглеєні суглинкові	3-25°	Ліси: Дубові Злаково-трав'янисті: степи
Кам'янець-Подільський	Покутсько-Медоборський	а)-5,0 в)+19,5	561	Темно-сірі опідзолені; Дернові оглеєні суглинкові	3-45°	Ліси: Дубові Злаково-трав'янисті: степи
	Центрально-Подільський	а) -4,7 в)+21,3	558	Темно-сірі опідзолені; Дернові оглеєні суглинкові; Дернові карбонатні на елювії щільних карбонатних порід	3-45°	Ліси: Дубові Злаково-трав'янисті: степи

Нами встановлено, що на території лісових масивів НПП «Подільські Товтри» створення лісових культур проводилася на ділянках, де раніше зростали асоціації *Carici pilosae-Fagetum* Oberd. 1957, *Carici digitatae-Carpinetum* (Kramarets et al. 1992) Kramarets et V.Solomacha. 1995 in V. Solomacha 1995, *Polygonati latifoliae-Carpinetum* (Kramarets et al. 1992) Kramarets et V.Solomacha 1995 in V.Sl. 1995, *Galeobdolon luteae-Carpinetum* Shevchyk, Bakalya et V.Sl. 1996, *Carici pilosae-Carpinetum* Shevchyk, Bakalya et V.Solomacha 1996, *C.p.-C. allietosum ursinae* Shevchyk, Bakalya et V.Solomacha 1996, *Melampyrum nemorosi-Carpinetum* Pass. 1957, *Mercurialis perrenis-Fraxinetum exelsior* Bajrak 1996, *Alliario petiolatae-Carpinetum betuli* (Shevchyk et V.Solomakha 1996) Vorobyov 2003.

На луках і степових схилах Придністров'я для посадки сосни на крутих схилах створили тераси, а на пологих схилах здійснювали посадку без терасування. Такі схили були зайняті асоціаціями *Festuco valesiacae-Agrostietum vinealis* Shelyag, Sipaylova, V. Solomakha et Mirk. in Shelyag et al. 1985, *Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigeios* Shelyag et al. 1981) Shelyag, V.Solomakha. et Sipaylova 1985, *Potentillo argenteae-Poetum angustifoliae* V.Solomakha 1996, *Festucetum pratensis* Soy 1938, *Elytrigio plani-Bromopsietum inermis* Shevchyk et V.Solomakha 1996, *Festuco valesiacae-Poetum angustifoliae* Mirk. in Denisova et al. 1986, *F.v.-P.a. caricetosum praecocis* Mirk. in

Denisova et al. 1986, *Poa angustifoliae-Arrhenatheretum elatiori* Shevchyk et V.Solomakha in Shevchyk et al., 1996, *Achilleo submillefolium-Dactyletum glomeratae* Smetana, Derpoluk, Krasnova, 1997, *Carici humilis-Stipetum pennatae* Tkachenko, Movchan et V.Sl. 1987, *Botriochloetum ischaemii* (Krist. 1937) I.Pop 1977, *Stipetum capillatae* Dziubaltowski 1925, *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* Klika (1931) 1936, *Lembotropio nigricans-Potentillietum arenariae* (Kukovitsa et al. 1994) Kukovitsa in V.Sl. 1995, *Festuco valesiacae-Stipetum capillatae* Sill. 1937, *Salvia nemorosa-Festucetum valesiacae* Korotchenko et Didukh, 1997, *Carici humilis-Brachypodietum pinnati* Soy (1942) 1947, *Jurineo calcareae-Stipetum capillatae* (Kukovitsa et al. 1994) Kukovitsa in V.Sl. 1995, *Acini arvensis-Elytrigietum intermediae* (Kukovitsa et al. 1994) Kukovitsa in V.Sl. 1995, *Carici humilis-Festucetum valesiacae* Klika 1951, *Festucetum valesiacae* Solodkova et al., 1986; Tkachenko et al., Mirkin et al., *Brachipodio pinnati-Seslerietum* (Klika 1029) Toman 1976, *Asteri-Linetum flavae* Glaczek 1968, *Melico transsylvanicae-Lembotropetum nigricantis* Korotchenko 2004, *Betonico officinalis-Trifolietum montani* Popova in Popova et al. 1986, *Thymo marschalliani-Caricetum praecocis* Korotchenko et Didukh 1997.

В межах НПП посадки сосни проводилися на ділянках, де раніше були поширені включені до Зеленої книги України [5] асоціації, зокрема, у Городоцькому районі: *Carpinetum (betuli)-Querceto*

(*roboris*)-*Fagetum (sylvaticae) alliosum (ursine)*, *Fraxineto (excelsioris)-Quercetum (roboris) alliosum (ursini)*, у Чемеровецькому та Кам'янець-Подільському: *Quercetum (roboris) cornoso (maris)-caricosum (pilosae)*. На незаліснених товтрових схилах засаджувалися ділянки з рідкісними асоціаціями: *Seslerietum (heufleranae) festucosum (valesiacaе)*, *Seslerietum (heufleranae) teucriosum (chamaedrys)*. На схилах р. Дністер та її приток освоювалися території з асоціаціями: *Stipetum (pennatae) caricosum (humilis)*, *Caricetum (humilis) stiposum (capillatae)*, *Stipetum (capillatae) potentillosum (arenariae)*, *Stipetum (capillatae) botriochloosum (ischaemi)*, *Poetum (versicoloris) elytrigiosum (intermediae)* та інші.

Впродовж перших п'яти років спостерігалась загибель саджанців сосни від пожеж, виривання, витоптування, механічного пошкодження тваринами, у роки з незначними атмосферними опадами також і від нестачі вологи. У таких випадках на значній площі проводили підсаджування рослин, а на невеликих – утворювалися галявини чи розріджені посадки, що у подальшому впливало на формування наземного покриву.

Поряд із сосною в окремих масивах у міжрядях чи на межі висаджувалися інші дерева (*Quercus robur* L., *Populus tremula* L., *Acer negundo* L., *Betula pendula* Roth) кущі (*Ptelea trifoliata* L., *Ligustrum vulgare* L., *Swida sanguinea* (L.) Opitz). Також виявлені схеми посадок з поєднанням кількох видів сосни за такими схемами: а) основний масив з *P. sylvestris* L., а по краю – ряди *P. pallasiana* або *P. nigra*; б) частина масиву з *P. sylvestris* L., інша – *P. pallasiana* або *P. nigra*.

Догляд за насадженнями проводився не завжди відповідно до вимог ведення лісового господарства. Зокрема, відсутність рубок догляду або неправильне його ведення призвело до наявної відстані між деревами у рядах від 0,5 до 3 м. Проективне покриття кущів і трав'янистих рослин під наметом – 2-35 %. Значна частина насаджень сосни на колишніх степових схилах (крутизна до 45°) в Придністров'ї зростають на терасах, тому відстань між рядами сягає 6-8 м.

Соснові насадження, що зростають на місці степів, луків та лісу досягли 25-30 віку. Самосів *Pinus sylvestris* поширюється на суміжні незаліснені території, що призводить до трансформації рослинного покриву, зміни видового складу цих ділянок, під пологом опиняються види з Червоної книги України [9] *Adonis vernalis* L., *Pulsatilla grandis* Wend. На вапнякових виїмках, в кар'єрах та на відвалах вапняку йде суцільне заростання як одного із піонерних видів. Вид поширюється на закинуті поля, де трапляються особини 1-12 річного віку.

В результаті флористичних досліджень вста-

новлено, що у насадженнях *Pinus sylvestris* зростає 314 видів вищих судинних рослин, які належать до 4 відділів (*Equisetophyta* – 1 вид, відповідно *Pteridophyta* - 4, *Pinophyta* - 4, *Magnolso-phyta* - 305), 67 родин, 207 родів. Провідні родини вказують на середземноморський характер, що відповідає загальному родинному спектру флори НПП [7] (табл. 2).

Таблиця 2
Провідні родини насаджень *Pinus sylvestris*

№ пп	Назва родини	К-ть видів	К-ть видів, %	Загальна к-ть видів в НПП, %
1.	<i>Asteraceae</i>	33	10,5	11,5
2.	<i>Lamiaceae</i>	26	8,3	6,0
3.	<i>Fabaceae</i>	24	7,6	5,8
4.	<i>Rosaceae</i>	22	7,0	7,4
5.	<i>Brassicaceae</i>	17	5,4	3,8
6.	<i>Poaceae</i>	16	5,0	6,9
7.	<i>Ranunculaceae</i>	12	3,8	4,3
8.	<i>Liliaceae</i>	8	2,5	-
9.	<i>Boraginaceae</i>	7	2,2	-
10.	<i>Apiaceae</i>	6	1,9	4,2
	Всього:	161	51,2	49,9

Переважаючими біоморфами є трав'янисті багаторічники (рис.1).

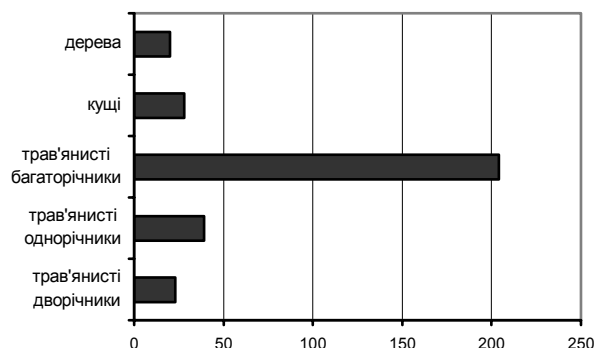


Рис.1. Біоморфи насаджень *Pinus sylvestris*

У насадженнях виявлено 211 інвазійних видів, що складає 62,9 % від групи інвазійних видів НПП. [10]. Вони належать до двох відділів, трьох класів, 29 родин, 52 родів.

Висновки. Насадження *Pinus sylvestris* в НПП «Подільські Товтри» займають цінні лучні, степові та лісові ділянки. *Pinus sylvestris* відновлюється насінням і захоплює природні ділянки і активно поширюється на антропогенні екотопи (вапнякові кар'єри, перелоги). Видове різноманіття представляє понад 50 % провідних родин, що перевищує показники для НПП і вказує на синантропізацію флори штучних насаджень.

Список літератури

1. Бондар А. О. Характеристика насаджень сосни звичайної Вінницького ОУЛГ / А. О. Бондар, В. В. Попельнюк // Конф. наук.-педагог. працівників, наук. співроб. і асп. та 60-а ювіл. студент. наук.-вироб. конф., 11-12 квіт. 2006 р.: тези доп. – К., 2006. – С. 10–11.
2. Всесоюзный государственный проектно-изыскательский институт «Союзгипролесхоз» Рабочие чертежи Облеснение неиспользуемых в сельском хозяйстве земель в защитной зоне Днестра по Пановецкому лесничеству Каменец-Подольского лесхоза Хмельницкого облупрлесхозаг Хмельницкого облупрлесхозага. – Харьков, 1969.
3. Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботаничне районування України та суміжних територій // Укр.ботан. журн. – 2003. – 60, № 1. – С.6-17.
4. Заверуха Б. В. Флора Воыно-Подоллии и ее генезис. - К.: Наук. думка, 1985. - 192 с.
5. Зелена книга України /під загальною редакцією члена-кореспондента НАН України Я.П. Дідуха – К.: Альтерпрес, 2009. – 448 с.
6. Проект організації території національного природного парку “Подільські Товтри”, охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об’єктів. – Київ, 2002. – Т.1. – 426 С.
7. Новосад В.В., Крицька Л.І., Любінська Л.Г. Фітобіота національного природного парку «Подільські Товтри». Судинні рослини. – Київ: Фітон. -2009. – 292 с.
8. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.:Высшая школа, 1962. – 378 с.
9. Червона книга України. Рослинний світ/ за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009.– С. 564.
10. Lyubinska L. Alien plants of the Podilski Tovtry National Nature park (Ukraine) // Biodiversity Reseach & Conservation, 2009. – V. 3. – P. 123-131.
11. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plant of Ukraine. A nomenclature Checklist – Kiev, 1999. – 345 p.

PECULIARITY OF PINUS SYLVESTRIS L. PLANTING IN NNP «PODILSKI TOVTRY»

L.G. LYUBINSKA, I.O. ODUCALETZ, M. M. MUSIENKO

The condition of Pinus sylvestris L. of growin in the territory of National Nature Park “Podilski Tovtry” are described. Systematic, life-form and cenosises data of flora of Pinus sylvestris planting are presented.

Key words: NNP «Podilski Tovtry», Pinus sylvestris L.

Одержано редколегією 12.11.2010

ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ *LIMONIUM GMELINII* (WILLD.) O. KUNTZE (*LIMONIACEAE*) У ЧЕРНІВЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

А.І. Токарюк, О.Д. Волюца

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Наведено результати вивчення характеру поширення та еколого-ценотичних особливостей місцезростань популяції *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze у Чернівецькій області. У дослідженому регіоні угруповання за участю *L. gmelinii* віднесено до союзу *Trifolion montani* Naumova 1986 порядку *Galietales* veri Mirkin et Naumova 1986 класу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937, що приурочені до субацидофільних, евтрофних, геміітрофільних, мезофітних, акарбонатифільних умов. Для збереження унікальних галофітних комплексів доцільно запровадити моніторингові популяційні дослідження, а виявленим оселищам надати природоохоронний статус.

Ключові слова: *Limonium gmelinii*, поширення, еколого-ценотична приуроченість, Чернівецька область.

Вступ. *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze (*Statice Gmelini* Willd.) – континентально-євроазійський вид, ареал якого охоплює Південну та Східну Європу, Західний Сибір, Західну та Середню Азію. Ростає на солончакових луках, рідше на мокрих солончаках, по берегах солених озер, глинистих схилах морських узбереж, у засоленних пониженнях степів та пустель, долинами пустельних річок та на солонцюватих, рідко затоплюваних заплавах [3, 7, 8, 13, 15].

В Україні цей вид поширений на узбережжі Чорного та Азовського морів, звідки проникає у низинні річки та лимани, що впадають в них, а також, як занесений, знайдений на консервному комбінаті у м. Херсон і на залізниці у містах Кам'янець-Подільському та Києві [8].

У Чернівецькій області *L. gmelinii* трапляється тільки в межах Новоселицького району на солонцях та засоленних луках у долині р. Прут [1, 9, 10, 12, 17, 19, 22-24].

Об'єкт і методи дослідження. Об'єктом дослідження є популяція *L. gmelinii*. Перелік локалітетів виду у дослідженому регіоні складено на підставі опрацювання фондів гербарію Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (CHER), літературних матеріалів і результатів власних польових досліджень. Карту поширення виду складено адаптованим до території Чернівецької області методом сіткового картування, який застосовується у «Atlas Florae Europaeae...» [2, 14]. Для з'ясування ценотичної приуроченості популяції *L. gmelinii* було використано геоботанічні описи рослинних угруповань за його участю, виконані авторами у Новоселицькому районі Чернівецької області у 2009 р. Екологічні характеристики угруповань отримано методом синфітоіндикації із застосуванням уніфікованих фітоіндикаційних шкал [5]. Розрахунок бальних показників провідних екологічних факторів проведено за допомогою програми Біологічні системи. Т. 2. Вип. 4. 2010

«ECODID». Номенклатуру таксонів наведено за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [18].

Результати та їх обговорення. Уперше цей вид на території Буковини було зафіксовано наприкінці XIX століття Й.К. Пачоським на пасовищах вздовж залізничної колії від станції Мамалига до Новоселиці, про що автор зазначив у одній із своїх публікацій [19]. У наступних роботах він також згадує про вказані локалітети [9, 10].

У 1934 р. Е. Цопа наводить для долини Прута за м. Новоселиця низку галофітних видів, серед яких *L. gmelinii* [22]. Того ж року, М. Гушуляк у праці «Urme de vegetație halofilă în Bucovina» [17], висвітлюючи відомості щодо особливостей поширення галофітної рослинності на Буковині та опираючись на матеріали попередніх дослідників [10, 22], вказує *L. gmelinii* для населених пунктів Новоселиця, Маршинці, Тарасівці та Ванчиківці.

У 1939 р. виходить фундаментальна робота Е. Цопи «Vegetația halofitelor din Nordul României în legătură cu cea din restul țării» [23], в якій відображено результати досліджень галофітної рослинності Північної Румунії (проаналізовано походження галофітної рослинності регіону, наведено еколого-ценотичні та хорологічні характеристики галофітних видів і угруповань, складено синтаксономічну схему галофітної рослинності згідно з методологічними принципами школи Браун-Бланке). У цій праці *L. gmelinii* зазначено для населених пунктів Мамалига та Тарасівці.

Згодом, Е. Цопа у праці «Flora halofitelor din Nordul României» [24] подає докладну хорологічну інформацію та схематичну карту поширення галофітних видів на території Північної Румунії. Для Північної Буковини автор наводить *L. gmelinii* для Тарасівців, Ванчиківців і Мамалиги.

У 1960 р. виходить друком публікація Р.О. Березовської [1], в якій міститься уточнена і

доповнена інформація про видовий склад галофітів Буковини, висвітлюються нові відомості щодо їх поширення у регіоні, аналізуються зміни видового складу угруповань, приурочених до ґрунтів різного ступеня засоленості. Автор, посилаючись на Й.К. Пачоського [9], для околиць Новоселиці вказує *L. gmelinii*, зазначаючи його як *L. hungaricum* Klok.

Зауважимо, що зібрані в середині минулого століття І.В. Артемчуком та Р.О. Березовською гербарні зразки рослин, були визначені за М.В. Клоковим [6] як *L. hypanicum* Klok. Також для околиць Новоселиці *L. hypanicum* вказує М.М. Цвельов [13], а І.І. Мойсієнко [8] наводить його в ранзі підвиду *Limonium tomentellum* (Boiss.) O. Kuntze subsp. *hypanicum* (Klokov) Moysiienko comb. nov., який в Україні поширений на Правобережному степу (західніше Інгулу) та на півдні Західного Лісостепу.

У суміжній з Чернівецькою Молдові *L. gmelinii* росте у північних припрудських районах і Бельцьких ковилових та ковилово-кострицевих степах [4], а на території Румунії трапляється у Сучавському повіті (найближчі до Буковини локалітети відомі з населених пунктів

Дорохой, Редеуци) [20].

На сьогодні у Чернівецькій області відомо такі локалітети *L. gmelinii*:

Новоселицький район:

1. м. Новоселиця [1, 9, 10, 13, 17, 19, 22];
2. с. Тарасівці, 02.09.1934, Е. Ґора (CHER); 03.09.1934, Е. Ґора (CHER); 42-й км, 06.09.1936, Е. Ґора (CHER); засолені пасовища, 08.09.1954, І.В. Артемчук (CHER); засолені луки, 18.08.1957, І.В. Артемчук, Р.О. Березовська (CHER); [17, 23, 24];
3. с. Мамалига [10, 19, 23, 24];
4. с. Маршинці, 16.04.1935, Е. Ґора (CHER); [17];
5. с. Ванчиківці, 06.08.1934, Е. Ґора (CHER); 05.09.1936, Е. Ґора (CHER); сінокісні луки вздовж залізничної колії, 28.08.2009 А. Токарюк, О. Волюца, С. Ткачук (CHER); [17, 24];
6. долина р. Прут між селами Тарасівці та Ванчиківці, засолені луки, 18.08.1957, І.В. Артемчук (CHER); с. Ванчиківці, хутір Ванчинець, сінокісні луки вздовж залізничної колії, 27.08.2009, А. Токарюк, О. Волюца, С. Ткачук (CHER); між сс. Ванчиківці (хутір Ванчинець) – Тарасівці, сінокісні луки вздовж залізничної колії, 07.09.2009, А. Токарюк, О. Волюца, О. Дісар (CHER).

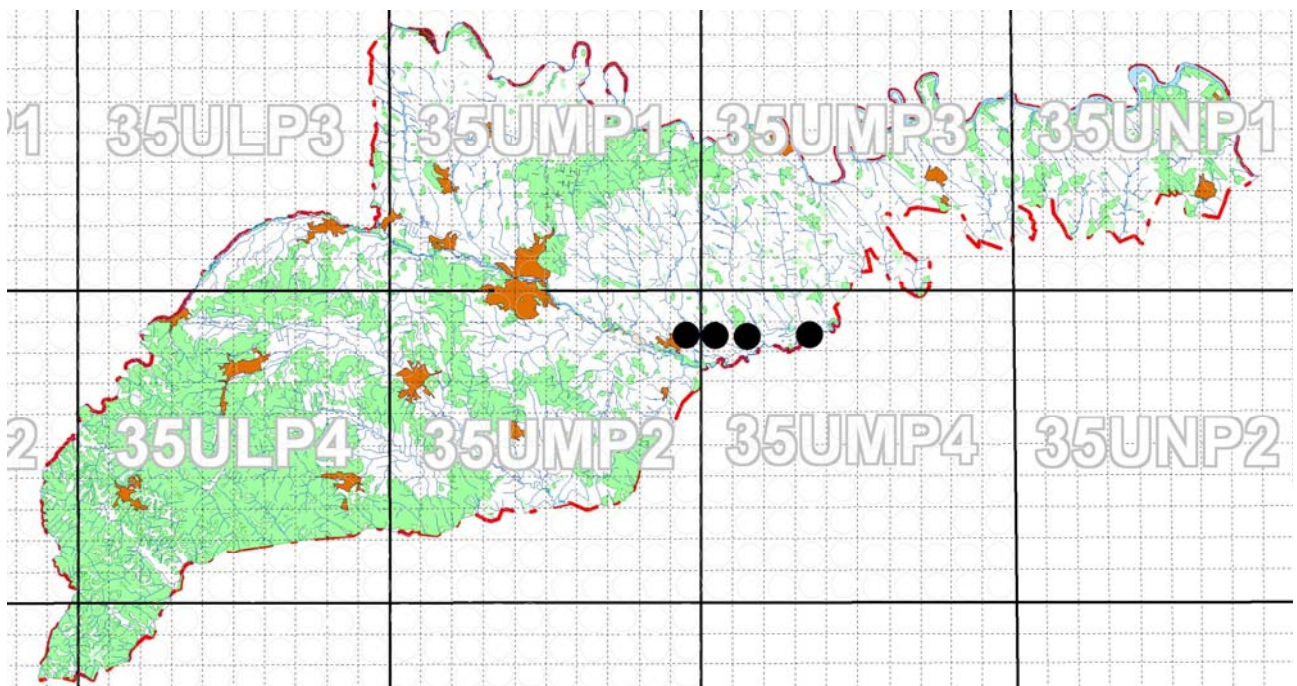


Рис. Поширення *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze у Чернівецькій області

Аналізуючи поширення виду в регіоні, ми встановили, що майже в усіх наведених вище місцезнаходженнях він зберігся і до тепер, отже, судячи з хорологічної оцінки, підстав стверджувати про зменшення та знищення природних популяцій немає. Разом з тим, вивчення еколого-ценотичної приуроченості

L. gmelinii у Чернівецькій області не проводилися. Це і стало метою наших досліджень. Зазначимо, що через необ'єктивний характер відбору описів (тільки за участю дослідженого виду) та обмежену їх кількість інтерпретацію виділених синтаксонів здійснили до рівня союзу (табл.).

Таблиця

**Характеристика фітоценотичної приуроченості
Limonium gmelinii у Чернівецькій області**

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Проективне покриття, %	100	100	100	100	100	100	100	100	90-95
Кількість видів	8	31	54	38	29	27	27	24	28

Limonium gmelinii 2 1 1 2 2 2 1 1 +

D.s. All. *Trifolion montani*

<i>Festuca rupicola</i>	2	4	3	.	1	1	3	1	.
<i>Poa angustifolia</i>	.	1	2	.	.	.	.	1	.
<i>Carex praecox</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago falcata</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.

D.s. Ord. *Galietales veri*

<i>Galium verum</i>	+	2	1	1	2	1	1	1	1
<i>Filipendula vulgaris</i>	.	+	.	1	2	1	1	1	1
<i>Galatella linoxyris</i>	1	1	.	+	+	.	4	5	3
<i>Asparagus officinalis</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+
<i>Veronica spicata</i>	.	1	+	.	.	.	+	+	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	.	.	1	.	.	.	1	4
<i>Fragaria viridis</i>	.	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Koeleria cristata</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.

D.s. Ord. *Molinietalia caeruleae*

<i>Inula britannica</i>	.	.	+	.	.	+	+	+	.
<i>Lythrum virgatum</i>	.	.	.	.	.	.	+	1	1
<i>Allium angulosum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.

D.s. Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*

<i>Centaurea jacea</i>	.	2	1	1	2	4	+	1	.
<i>Achillea submillefolium</i>	+	1	1	.	+	1	1	.	+
<i>Plantago lanceolata</i>	.	+	+	.	1	+	+	.	.
<i>Elytrigia repens</i>	5	1	2	.	1	1	.	1	.
<i>Festuca pratensis</i>	.	1	1	1	1	1	.	.	.
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	.	+	+	.	+	.	.	.	+
<i>Agrostis capillaris</i>	.	+	2	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	1	.	1	.	.	.	.
<i>Ononis arvensis</i>	.	.	+	.	.	.	.	1	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Phleum pratense</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.

D.s. Cl. *Festuco-Brometea*

<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	1	+	2	.	.	.	.
<i>Genista tinctoria</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+
<i>Salvia nemorosa</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago media</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.

D.s. Cl. *Artemisietea vulgaris*

<i>Linaria vulgaris</i>	.	1	+	+	+	+	+	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	1	+	+	+	.	+	.
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	+	+	.	+	.	.	+
<i>Cichorium intybus</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.

D.s. Cl. *Trifolio-Geranietea*

<i>Betonica officinalis</i>	.	+	.	+	+	.	+	.	.
-----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	.	.	1	1	+	.	+
Інші види:									
<i>Peucedanum latifolium</i>	.	+	+	1	2	1	2	1	2
<i>Carex hirta</i>	.	+	1	1	3	2	.	.	.
<i>Serratula tinctoria</i>	.	.	.	+	+	.	+	+	1
<i>Hylotelephium argutum</i>	.	1	.	+	+	.	+	+	.
<i>Lotus tenuis</i>	2	1	+	.	.	.	1	.	.
<i>Carex melanostachya</i>	.	+	.	1	.	3	+	.	.
<i>Dianthus membranaceus</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	+
<i>Carex tomentosa</i>	.	.	1	.	.	.	.	1	2
<i>Artemisia austriaca</i>	.	.	.	2	.	.	1	1	.
<i>Viola persicifolia</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	+
<i>Centaureum erythraea</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	+
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	1
<i>Allium scorodoprasum</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Iris brandzae</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Galatella punctata</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	1
<i>Senecio erucifolius</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Phalacrolooma annuum</i>	.	.	1	+	.	.	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Equisetum ramosissimum</i>	.	.	.	4	.	2	.	.	.
<i>Thymus pulegioides</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Vicia tenuifolia</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.

Види, що трапляються в одному описі:

Alopecurus pratensis L. (4 [2]); *Carduus acanthoides* (4 [2]); *Carex echinata* (3 [2]); *C. otrubae* (4 [2]); *Centaureum pulchellum* (7 [2]); *Cirsium arvense* (6 [1]); *Coccyganthe flos-cuculi* (L.) Fourr. (4 [1]); *Cuscuta europaea* (3 [2]); *Dipsacus laciniatus* (5 [2]); *D. sativus* (3 [2]); *Eryngium campestre* (2 [1]); *E. planum* (3 [2]); *Euphorbia salicifolia* (9 [2]); *Impatiens parviflora* (4 [2]); *Inula salicina* (9 [2]); *Juncus effusus* (9 [2]); *Knautia arvensis* (3 [2]); *K. dipsacifolia* (3 [2]); *Lathyrus tuberosus* (4 [2]); *Leonurus cardiaca* (3 [2]); *Melandrium album* (6 [2]); *Pastinaca sativa* (4 [2]); *Pimpinella saxifraga* (3 [2]); *Plantago major* (3 [2]); *Potentilla reptans* (3 [2]); *Prunella vulgaris* (3 [2]); *Pyrus communis* (3 [2]); *Quercus robur* (3 [2]); *Ranunculus acris* L. (4 [2]); *Robinia pseudoacacia* (3 [2]); *Rumex crispus* (1 [2]); *Scabiosa ochroleuca* (2 [2]); *Scutellaria hastifolia* (6 [2]); *Securigera varia* (3 [1]); *Silene nutans* (9 [2]); *Stellaria graminea* L. (4 [2]); *Trifolium pratense* (2 [2]); *Trinia kitaibelii* (2 [2]); *Ulmus pumila* (3 [2]); *Verbascum nigrum* (3 [2]); *Verbena officinalis* (3 [2]); *Viola ambigua* (3 [2]).

Описи виконано:

1–2, 5–7, 9 – 7.09.2009, Новоселицький район, с. Ванчиківці, хутір Ванчинець, луки між меліоративним каналом і залізничною колією Ванчиківці–Тарасівці, О. Волюца, А. Токарюк;

3 – 28.08.2009, с. Ванчиківці, поворот на с. Черленівка, вздовж залізничної колії Мамалига–Новоселиця, праворуч від колії, О. Волюца, А. Токарюк;

4, 8 – 27.08.2009, с. Ванчиківці, хутір Ванчинець, вздовж залізничної колії Мамалига – Новоселиця, О. Волюца, А. Токарюк.

Угрупування за участю *L. gmelinii* виявлено в околицях с. Ванчиківці Новоселицького району, де приурочені до вирівняних, добре дренажованих місцезростань, які сформувалися в умовах нестабільного гідрорежиму між меліоративним каналом і насипом залізничної колії. На підставі виконаних описів ці угруповання попередньо віднесено до союзу *Trifolion montani* Naumova 1986 порядку *Galietalia veri* Mirkin et Naumova 1986 класу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937. Загальне проективне покриття ценозів сягає 90–100 %. Флористичний склад налічує 107 видів у 9 описах. Кількість видів у ценозах варіює від 8 до 54. Угрупування вирізняються добре вираженим блоком видів класу *Molinio-Arrhenatheretea*, розрідженим блоком *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947 та *Trifolio-Geraniea sanguinei* Th. Müller 1962. У травостої домінують злаки: *Festuca rupicola* Heuff., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, співдомінантами виступають *Galatella linosyris* (L.) Rchb., *Galium verum* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Carex tomentosa* L. У складі деяких угруповань ростуть вимогливі до умов зволоження види порядку *Molinietalia caeruleae* W. Koch 1926 (*Allium angulosum* L., *Inula britannica* L., *Lythrum virgatum* L.), що, вірогідно, є результатом зміни водного режиму місцезростань. Компонентами ценозів є низка галофітних видів: *Peucedanum latifolium* DC., *Galatella punctata* (Waldst. & Kit.) Nees, *Iris brandzae* Prodán, *Lotus tenuis* Waldst. & Kit. ex Willd., *Hylotelephium argutum* (Haw.) Holub, перші три з яких у Чернівецькій області потребують регіональної охорони та поглибленого вивчення на популяційному рівні. Також з числа регіонально-рідкісних видів у рослинному покриві угруповань виявлено *Trinia kitaibelii* M. Bieb. і зазначений вище *Galatella linosyris*.

Про високий ступінь антропогенної трансформації досліджених угруповань свідчить присутність у флористичному складі видів класу *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et al. ex von Rochow 1951 (*Artemisia vulgaris* L., *Carduus acanthoides* L., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Linaria vulgaris* Mill., *Pastinaca sativa* L.), а також представленість видів-трансформерів (*Ambrosia artemisiifolia* L. і *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort.) та інших адвентивних рослин (*Cichorium intybus* L., *Impatiens parviflora* DC., *Robinia pseudoacacia* L. (j), *Ulmus pumila* L. та *Verbena officinalis* L.).

Екологічні характеристики угруповань за участю *L. gmelinii* отримано методом синфітоіндикації із застосуванням уніфікованих фітоіндикаційних шкал [5]. За допомогою

програми «ECODID» було розраховано показники едафічних факторів: кислотність (*Rc*), загальний сольовий режим (*Tr*), вміст мінерального азоту (*Nt*), вологість (*Hd*) та вміст карбонатів (*Ca*). Установлено, що у дослідженому регіоні *L. gmelinii* за відношенням до кислотного режиму ґрунту є субацидофілом (8,25 бали), тобто росте на слабо кислих ґрунтах; за відношенням до узагальненого сольового режиму ґрунту належить до групи евтрофів (8,13) – рослин, приурочених до збагачених, але збалансованих солями ґрунтах без ознак засоленості (HCO_3^- 30–50 мг/100 г ґрунту, SO_4^{2-} , Cl^- – сліди); за відношенням до вмісту засвоюваних форм азоту вид є гемінітрофілом (5,35), тобто росте на відносно бідних щодо мінерального азоту ґрунтах (0,2–0,3 %, або 20–30 мг/100 г ґрунту); за відношенням до водного режиму ґрунтів – мезофітом (10,51), приуроченим до свіжих лісо-лучних екотопів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами і талими водами ($W_{\text{пр}} = 100\text{--}145$ мм); за відношенням до вмісту карбонатів у ґрунті вид належить до групи акарбонатофілів (7,09) – рослин нейтральних екотопів, що витримують незначний вміст карбонатів у ґрунті (CaO , $\text{MgO} = 0,5\text{--}1,5$ %) (сірі ґрунти, солонці).

З групи кліматичних факторів розглядається терморежим – радіаційний баланс (*Tm*), контрасторежим – континентальність клімату (*Kn*) та кріорежим – морозність клімату (*Cr*). За відношенням до термічного режиму клімату *L. gmelinii* віднесено до групи субмезотермів (8,38); за відношенням до континентальності клімату він належить до геміконтиненталів (8,74); за відношенням до суворості зим цей вид є субкріофітом (за шкалою морозності -14 °C – -10 °C) (7,67).

Охороняється у Словаччині як *L. gmelinii* (Willd.) Kuntze subsp. *hungaricum* (Klokov) Soó [16, 21]. У Чернівецькій області *L. gmelinii* потребує регіональної охорони [11], проте не представлений у складі природно-заповідного фонду регіону.

Висновки. Отже, *L. gmelinii* у Чернівецькій області вирізняється вузькою ценотичною та екологічною амплітудою, росте у складі лучних угруповань союзу *Trifolion montani*, приурочених до субацидофільних, евтрофних, гемінітрофільних, мезофітних, акарбонатофільних умов.

Для збереження унікальних лучних комплексів доцільно виявленим оселищам надати природоохоронний статус, що дасть можливість підвищити репрезентативність природно-заповідного фонду регіону і забезпечити охороною галофітний компонент флори Чернівецьчини.

Список літератури:

1. Березовская Р.А. Галофильная растительность в Черновицкой области // Науч. ежегодник Черновицкого ун-та за 1958 г. Биол. фак-т. – Черновцы, 1960. – С. 374-376.
2. Буджак В.В., Чорней І.І., Токарюк А.І. До методики картування видів флори (на прикладі Чернівецької області) // Наук. вісник Чернівецького ун-ту: Зб. наук. праць. – Вип. 455: Біологія. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2009. – С. 168-170.
3. Гамаюнова А.П., Кубанская З.В. Род 694. Кермек – *Limonium* Mill. / Флора Казахстана. – Алма-Ата: Изд-во АН Казахской ССР, 1964. – Т. VII. – С. 72-88.
4. Гейдеман Т.С. Определитель высших растений Молдавской ССР. – Кишинев: «Штиинца», 1986. – С. 415.
5. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
6. Клоков М.В. Родина CXI. Кермеків – *Plumbaginaceae* Lindl. / Флора УРСР. – К.: Вид-во АН УРСР, 1957. – Т. VIII. – С. 128-180.
7. Линчевский И.А. Сем. CXXVII. Свинчатковые – *Plumbaginaceae* Lindl. / Флора СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – Т. XVIII. – С. 292-474.
8. Мойсієнко І.І. Огляд родини *Limoniaceae* Lindl. в Україні // Чорноморський ботанічний журнал. – 2008. – Т. 4, №2. – С. 161-174.
9. Пачоский И.К. Основные черты развития флоры юго-западной России. – Херсон, 1910. – 144 с.
10. Пачоский Й. Материалы для Флоры Бессарабии // Труды Бессарабского общества естествоиспытателей и любителей естествознания. – Кишинев: Типография Бессараб. Губернии права, 1912. – Т. III. – С. 49.
11. Судинні рослини флори Чернівецької області, які підлягають охороні: Атлас-довідник / Чорней І.І., Буджак В.В., Термена Б.К. та ін. – Чернівці: Рута, 1999. – 140 с.
12. Токарюк А., Дісар О. Галофіти у флорі Буковини // Молодь та поступ біології: Зб. тез V Міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів (12–15 травня 2009 року, м. Львів): в 2-х томах. – Львів, 2009. – Т. 1. – С. 32-33.
13. Цвелев Н.Н. Сем. 57а. *Limoniaceae* Lincz. – Кермековые / Флора восточной Европы. – Санкт-Петербург: «Мир и Семья-95», 1996. – Т. IX. – С. 158-169.
14. Atlas Florae Europaeae: Distribution of vascular plants in Europe / Ed. J. Jalas, J. Suominen; On the basis of team-work of European botanist. 1. Pteridophyta (*Psilotaceae* to *Azollaceae*). – Helsinki, 1972. – 121 p.
15. Ciocârlan V. Flora Ilustrată a României: Pteridophyta et Spermatophyta. – București: Editura Ceres, 2009. – P. 275–278.
16. Čačko L. *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze subsp. *hungarica* (Klokov) Soó / Chráněné rostliny České a Slovenské republiky. – 2005. – P. 192.
17. Gușuleac M. Urme de vegetație halofită în Bucovina // Buletinul Facultății de Științe din Cernăuți. – 1934. – Vol. VII. – P. 329-340.
18. Mosyakin S., Fedoronchuk M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. – Kiev, 1999. – 346 p.
19. Pazcoski I. Spis roslin sobranich na Podolu, w polnocnei Bessarabii i kolo Sdolbunowa / Sprawosdanie komicie hryniwecki fiziogr. – 1899. – Т. 34. – P. 136-175.
20. Răvărut M. Fam. 76. *Plumbaginaceae* Lindl. / Flora Republicii Populare Romîne. – Editura Academiei Republicii Populare Romîne, 1960. – Vol. VII. – P. 21-40.
21. Řehořek V., Maglocký Š. *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze subsp. *hugaricum* (Klokov) Soó / Červená kniha ohrožených a vzácných druhov rastlín a živočíchov SR a ČR. Vol. 5. Vyššie rastliny. Bratislava: Príroda, 1999. – P. 221.
22. Țopa E. Contribuțiuni la flora Basarabiei de Nord // Buletinul Facultății de Științe din Cernăuți. – 1934. – Vol. VII. – P. 321-328.
23. Țopa E. Vegetația halofitelor din Nordul României în legătură cu cea din restul țării // Buletinul Facultății de Științe din Cernăuți. – Cernăuți, 1939 a. – Vol. XIII. – 79 p.
24. Țopa E. Flora Halofitelor din Nordul României (numiri populare, distribuție, origine și vechime) // Buletinul Grădinii Botanice și al Muzeului Botanic dela Universitatea din Cluj. – 1939 b. – Vol. XIX, № 3-4. – P. 127-142.

ECOLOGICAL AND COENOTICAL PECULIARITIES OF *LIMONIUM GMELINI* (WILLD.) O. KUNTZE (*LIMONIACEAE*) ON THE TERRITORY OF CHERNIVTSY REGION

A.I. TOKARYUK, O.D. VOLUTSA

The results of investigation of the character of distribution and ecology-coenotical peculiarities of the habitats of Limonium gmelinii (Willd.) O. Kuntze population on the territory of Chernivtsy region are given. In this region the communities of L. gmelinii are included to the union Trifolion montani Naumova 1986 order Galietalia veri Mirkin et Naumova 1986 class Molinio-Arrhenatheretea Tx. 1937 timed to subacid, eutrofic, hemynitrophilous, mesophytes, acarbanatophyl conditions. For the reservation of unique halofitic complex it is necessary to conduct monitoring populations' researches, and preserve the known habitats.

Key words: Limonium gmelinii, distribution, ecology-coenotical belonging, Chernivtsy region.

*Роботу виконано при фінансовій підтримці
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту.*

Одержано редколегією 09.11.2010

МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСОВУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ПЛАСТИКИ РЕЛЬЄФУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УРБОЛАНДШАФТІВ

Ю.М.Дмитрук¹, О.В.Стужук²

¹ - Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича;

² - Чернівецька регіональна філія ДП «Центр ДЗК»; dmytruky@i.ua

Аналізуються можливості використання методу моделювання пластики рельєфу та морфодинамічного аналізу території для управління та планування системою міського землекористування. Перші результати підтверджують широкі можливості оптимізації землекористування, в тому числі – в населених пунктах.

Ключові слова: рельєф, аттрактор, урболандшафт, картографічна модель

Вступ. Сучасний етап урбанізації потребує нових підходів щодо раціонального землекористування на міських територіях. З усього різноманіття природних умов вплив рельєфу найбільш характерний та істотний щодо стану поверхні населених пунктів. Рельєф визначає процеси планування, забудови і благоустрою міст, а тому його роль у містобудуванні, та інженерно-технічному облаштуванні території, її зонуванні важко переоцінити. Визначальними для оцінки геоморфологічних умов є розміщення, морфологія та морфометрія вододілів і тальвегів та схилів між ними, тобто основні напрямки латеральних міграційних потоків, локальних і транзитних. У залежності від цих факторів виділяються ареали, які можуть потребувати певних заходів з інженерної підготовки для їх оптимального використання згідно конкретного призначення або для визначення об'ємів робіт і матеріальних затрат для оновлення існуючої інфраструктури території. Конструктивний територіальний аналіз на основі геоморфологічної характеристики можливий з використанням методу пластики рельєфу (морфодинамічного аналізу).

Метод пластики рельєфу та теоретичні аспекти його використання аналізуються І.М.Степановим, який конкретно обґрунтовує ідею реальної фізичної будови земної поверхні, представлені поточковими структурами [3]. Практичне застосування методу пластики рельєфу для конструктивного аналізу ґрунтового покриву характеризується А.С.Стрелковим [4]. Деякі автори обґрунтовують можливості застосування цього методу в ландшафтознавстві з метою класифікації та виділення типів [1, 2], інші – в еколого-економічному аналізі [5]. Мета статті – охарактеризувати можливості використання які-

сно нової геоморфологічної інформації для ефективного землекористування в межах урболандшафтів (на прикладі Садгирського району м. Чернівці).

Матеріали та методи. Метод пластики полягає у геометричному перетворенні горизонталей топографічних карт [3]. Карти пластики (поточкових структур) складають на основі карт рельєфу, зображеного горизонталями. Сутність побудови карт пластики рельєфу полягає у виділенні елементів, які ділять земну поверхню на дві фундаментальні форми – ввігнутості (пониження) та опуклості (підвищення). Останні утворюють поточкові структури, названі гравібодами, що рухаються до деякої умовної точки – аттрактора (фізичне поняття – це точка, яка «притягує» до себе кінцеві частини потоків). Найвища точка гравібоди, від якої починається поточкова структура, називається репеллер, а місце поділу на окремі потоки – точка біфуркації [3]. Власне ці три складові утворюють єдину цілісність – поточкову структуру (рис.).

Основою виділення аттракторів, репеллерів і точок біфуркації є проведена за вигинами горизонталей морфоізографа. Точність її проведення та детальність залежать від масштабу вихідної картографічної основи. Загалом цей процес, як і будь-яке картографічне моделювання, можна автоматизувати з використанням різноманітних пакетів моделювання карт.

При зростанні вертикальної розчленованості рельєфу (збільшення кількості горизонталей), необхідність врахування вертикальної диференціації також росте. Менша висота перерізу горизонталей дає можливість точнішого виявлення природної диференціації земної поверхні і, відповідно, створення детальнішої карти поточкових

структур [4]. Такого результату можна досягти використовуючи крупніші масштаби карт, адже саме вони забезпечують можливість зменшення висоти перетину горизонталей. Проте необхідно враховувати, що зі збільшенням масштабу будуть виділятися найдрібніші нерівності поверхні (наприклад, насипи навколо доріг, залізничних колій), найдрібніші зміни ландшафтів міської території.



Рис. Потокowa структура території дослідження (фрагмент): R – репелер; A – аттрактор; b – точки біфуркації; стрілки вказують напрям потоків; фон – потокові структури (гравібоди)

Результати та їх обговорення. Вся попередня робота спрямована на розробку картографічної моделі, на якій рельєф матиме спрощений та доступний для аналізу управлінням вид. Отже, при виборі вихідної картографічної основи необхідно чітко сформулювати призначення створюваної карти поточкових структур. Якщо завдання полягає у визначенні природних чинників утворення рельєфу, його динаміки та врахування геоморфологічної будови для проектування нових об'єктів, то використання крупномасштабних карт лімітується. У результаті виділення найдрібніших складових поточної структури можна втратити загальну концепцію потоку. Проте, якщо мова йде про необхідність використання карти пластики для роботи із вже існуючою, антропогенно перетвореною ділянкою території, якою є місто, то використання крупних масштабів картографічної основи доцільне. Технічною проблемою є наявність оновленого картографічного матеріалу та доступ до нього науковців. При виборі масштабу карти також необхідно враховувати складність картографованої території. У випадку, якщо її рельєф рівнинний, слабдорозчленований, то недостатня величина пе-

рерізу горизонталей вельми ускладнює роботу і потребує створення додаткової топографічної основи. Така карта дещо втрачає достовірність і наочність, адже за нею важко визначити ступінь розвитку та впливу фактору рельєфу, не вказуючи всі інші пов'язані з ним аспекти.

Для побудови моделі поточкових структур Садгирського району міста Чернівці нами вибрано карту масштабу 1:10000. Цей масштаб оптимально забезпечує репрезентативність горизонталей навіть при зображенні інженерних мереж, наприклад, доріг. Отже, на карті пластики рельєфу міститься інформація як про природні, так й антропогенні фактори генезису рельєфу, які спричинили формування поточної структури. На створеній у процесі моделювання карті поточкових структур виділено точки біфуркації, аттрактори та репеллер (рис.). Локальний репеллер позначений дещо умовно, що пояснюється адміністративними межами власне Садгирського району. Тобто кількість репеллерів не дорівнює (не обов'язково дорівнює) числу цілих поточкових структур. Усі вони можуть бути складовими однієї гравібоди, проте для підтвердження цього факту необхідно розширити площу досліджуваної території, виходячи за адміністративні межі. Отже, ще одна складність при моделюванні поточкових структур в межах селитебних ландшафтів – врахування цілісності природних об'єктів, часто порушених адміністративними. В дійсності репеллер не є точкою, а площиною – це сума найвищих відміток висоти конкретної поточної структури. Тому, моделюючи ситуацію для адміністративних одиниць ми, очевидно, в більшості випадків матимемо обмеження можливостей оцінки природних факторів, у тому числі рельєфу.

За формою гравібод, кількістю нанесених аттракторів і репеллерів оцінюється складність території для землеустрою. Місця розташування аттракторів вказують на концентрацію частин поточної структури, а, отже, і на природні пониження рельєфу території. Тобто у таких місцях безпосередньо акумулюється енергія та речовина (зокрема волога) з прилеглих підвищених територій. Априорі ці особливості впливатимуть на характер використання (наприклад, прокладені впоперек гравібоди лінії зв'язку чи каналізація з більшою ймовірністю руйнуватимуться при катастрофічних природних і природно-антропогенних процесах – зливах, зсувах, повеннях тощо).

Складові поточної структури утворюють систему, яка описує рух природної речовини на певній ділянці території (рис.). Такий рух, найперше, результат дії сили тяжіння, проте його спрямованість визначається сукупністю інших природних і антропогенних умов. Форма та розміри

гравібоди, які визначаються за структурними одиницями, містять інформацію про досліджувану територію та вказують на інтенсивність та масштабність впливу фактору рельєфу. Наприклад, репеллер, є відносним підвищенням, тобто його місце розташування свідчить про можливі денудаційні процеси. Відповідно в районі атрактора превалюють акумулятивні процеси, які доцільно, а в окремих випадках і необхідно враховувати при організації території. Проведення такого аналізу дає змогу отримати інформацію про розміщення ділянок з якісно різними властивостями. Характеристика створених карт пластики рельєфу робить можливим кількісний аналіз для організації території (табл.). Площа досліджуваної території складає майже 8854 га; периметр – 62074 м; площа в середині морфоізографи – 4563 га, а її довжина – 970849 м. Загалом на території Садгирського району виділено 15 потокових структур (далі – потоків).

Таблиця

Площі потокових структур Садгирського району м.Чернівці

№ п/п	Площа, га	% від території району
1	2,74	0,02
2	7,24	0,06
3	10,28	0,09
4	63,57	0,56
5	68,74	0,61
6	83,89	0,74
7	88,07	0,78
8	110,78	0,98
9	162,8	1,44
10	171,83	1,52
11	352,9	3,12
12	457,56	4,05
13	503,86	4,46
14	985,81	8,73
15	1492,62	13,2
Всього:	4562,69	51,5

Класифікація та поділ на типи потокових структур за площею при їх виділенні для адміністративних одиниць не є визначальною. Проте моделі потокових структур дозволяють отримувати унікальну просторову інформацію про будову і динаміку земної поверхні та її геологічні особливості. Потокові структури дозволяють оптимізувати землекористування, у тому числі й кадастрове зонування. Економічна вигода від використання детальних карт пластики рельєфу полягає у зменшенні затрат на буріння, у випадку їх використання при розробці родовищ корисних копалин; раціональному використанні будівельних матеріалів, шляхом вказування місць найбільш надійного укріплення будівель; оцінці екологічної ситуації; рекомендаціях з подальшого використання та обслуговуванню вже зведе-

них об'єктів, виявлення причин їх аварійності.

Узагальнимо можливості застосування картографічних моделей потокових структур при будівництві:

1. Створені карти стають базою для автоматизованої системи моніторингу за будівництвом житлових і промислових об'єктів. У цьому випадку модель потокової структури може мати значення планової геолого-літологічної основи для забезпечення об'єктивної оцінки умов забудови та для довгострокових прогнозів.

2. Дешифрування аерофотознімків при дистанційному зондуванні проводять принципово новим методом – пластики рельєфу, що дає можливість аналізу території не за окремими частинами, а як цілісної системи, в якій усі елементи пов'язані між собою взаємовідносинами, взаємодіями та взаємовпливами.

3. Модель може використовуватись при модернізації територій з уже сформованою забудовою, для визначення концепції житлового будівництва населених пунктів. Це особливо вигідно з точки зору просторового обмеження міських територій, які збільшують свої території за рахунок природних ландшафтів або ж виводять із вигіднішого господарського використання землі різного цільового використання.

4. Карта дає узагальнену інформацію про зв'язок кварталів міста і його дорожньо-транспортної мережі із загальним характером потоків; а також на основі створених моделей оптимізується вибір будівельних майданчиків з розширеними можливостями аналізу їх якості за розташуванням відносно потокових структур.

5. Карта потокових структур дозволяє виявити приховані лінійні розриви земної кори на різних глибинах і вказує, які частини доріг, мостів, ліній метрополітену, висотного будівництва знаходяться в зоні їх впливу та яка ймовірність можливого руйнування господарських об'єктів внаслідок гідрогеологічних процесів; тобто дає оцінку безпечності територій при розміщенні інфраструктури.

6. З використанням вказаних моделей стає можливим визначати місця можливого вторинного підтоплення території та міцності ґрунтів з урахуванням заходів попередження та ліквідації наслідків підтоплення ґрунтів для розвитку сучасних видів транспорту, усунення аварій підземних трубопроводів, кабельних мереж, затоплення підвальних приміщень.

7. За порядком розташування ареалів карт пластики рельєфу можна встановити області формування, транзиту, концентрації та розсіювання водного стоку (поверхневого та ґрунтового), а також зони дислокацій у вигляді смуг і ліній, що дозволяє використовувати науковий аналіз мож-

ливих катастроф і виникнення екологічних проблем.

8. Модель пластики рельєфу робить можливим встановлення шляхів міграції у ґрунтах, з ґрунтовими і підземними водами отруйних речовин і поліутантів, що оптимізує реорганізацію промислових територій, їх рекультивацію, відновлення стану дрібних річок та озер, організацію і проведення моніторингу.

При вирішенні екологічних проблем, кількість яких максимальна саме в урболандшафтах, а значить і рівень небезпеки також найбільший (через максимальну концентрацію населення), карти потокових структур мають різнопланове використання:

- для моделювання руху поліутантів – у твердому, рідкому та газоподібному стані;

- для встановлення геологічних і літологічних характеристик потокових структур рельєфу, які можуть вплинути на швидкість розповсюдження забруднюючої речовини, на створення природних механічних, хімічних і інших видів бар'єрів;

- для визначення характеру дії та порядку виконання задач попередження екологічних катастроф і їх наслідків;

- для виявлення потенційних зон екологічно несприятливих ситуацій у залежності від характеру рельєфу, ґрунтів, літолого-геологічної структури, гідроекологічних умов та геохімічної структури території;

- для врахування екологічних умов при плануванні техногенних ландшафтів міст або окремих кварталів за допомогою детальних карт потокових структур.

Висновки. Отже, метод морфодинамічного аналізу дозволяє провести більш детальний ана-

ліз придатності поверхні, зокрема території населених пунктів при плануванні землеустрою урболандшафтів. Моделі потокових структур більш перспективні для практичного використання в організації міських територій, містобудуванні та моніторингу, ніж традиційний картографічний аналіз. Загалом витрати на підготовку такого картографічного матеріалу істотно менші, ніж вигоди від їх впровадження, що свідчить про економічну доцільність розвитку робіт цього виду.

Список літератури:

1. Брагин П.Н. Морфодинамический анализ как метод для целей градостроительного планирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/127309.html>.
2. Нетребина Ю.С. Совершенствование методики выделения эрозионно-опасных территорий с учетом динамики рельефа при землеустройстве: Автореф. дис... канд. геогр. наук. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/128413.html>.
3. Степанов И.Н. Потоки карт пластики рельефа – формализованные экологические системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lem.edu.mhost.ru/doc/presentations/Stepanov.pdf>.
4. Стрелков А.С. Методика использования системно-геоморфологической основы при почвенном картографировании: Автореф. дис... кандидат. географ. наук. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/198107.html>.
5. Опара Т.В. Еколого-економічні напрямки раціонального використання та охорони земельних ресурсів [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://visnyk.sumdu.edu.ua/arhiv/2009/Econom_1_09/09otvozt.pdf.

OPPORTUNITIES AND PROSPECTS USE OF LANDFORM PATTERN MODELS FOR LAND-USE OPTIMIZATION IN URBAN LANDSCAPE

Y.M. DMYTRUK, O.V. STUZHUK

Opportunities use of landform pattern models and morphodynamic analysis of land have studied for management and planning. First results confirm the broad possibilities to improvement of land use, including - in settlements.

Keywords: landform, attractor, urban landscape, map model

Одержано редколегією 28.10.2010

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВМІСТУ ФОРМ КАЛІЮ В ЧОРНОЗЕМАХ ТА БУРОЗЕМАХ

О.В. Любова

Національний університет біоресурсів і природокористування України
кафедра біології ґрунтів та мікроорганізмів
oksana.varkhl@rambler.ru

Встановлено спільності та відмінності вмісту різних форм калію у ґрунтах різного генезису.

Ключові слова: калій валовий обмінний, необмінний, чорнозем, бурозем

Вступ. Калій – один із основних елементів земної кори. Не дивлячись на широке поширення калієвмісних мінералів в ґрунтах і високий кларк (2,60 %) калію в літосфері, він відноситься до тих елементів, які залишаються об'єктом досліджень [1, 3]. Таке відношення до калію пояснюється тим, що він входить до групи життєвоважливих елементів, і тим, що калій є активним учасником як хімічних і фізико-хімічних ґрунтових процесів, так і фізіолого-біохімічних, які відбуваються в рослині. Один з основних факторів, який визначає запаси калію в ґрунті – ґрунтоутворюючі породи та їх хімічний склад [4, 5].

Майже всі ґрунти (за винятком торф'яних) в 5-50 разів багатші по валовому вмісту калію, в порівнянні з азотом і в 8-40 разів - з фосфором. Вміст калію коливається від 0,5 до 2,5 %, а запаси в орному шарі становлять 15-90 т/га. Незважаючи на високий валовий вміст і запаси калію в ґрунті, більша його частина (98-99 %) перебуває в нерозчиненій і недоступній для рослин формі. Еколого-ландшафтні умови формування чорноземів та буроземів різко відрізняються між собою і, найважливіше, кардинально різні ґрунтоутворюючі породи. Все це, власне, передумови диференціації калійного стану ґрунтів.

Матеріали та методика досліджень. Об'єкт дослідження – ґрунти різного генезису – чорноземи, буроземи (табл. 1). Визначалися різні форми калію: водорозчинний – у водній витяжці (1:5); обмінний за Кірсановим (0,2 н HCl) [6], обмінний калій за Мачигінім ((NH₄)₂CO₃) [2], необмінний за Пчолкінім (2 н HCl), валовий за Сміттом (спікання ґрунту з карбонатом кальцію та хлорним амонієм) [7]. Статистичний аналіз результатів проводився за допомогою програми "Statistica 6.0".

Результати досліджень. Виявлено, що чорноземи характеризуються високим вмістом різних форм калію, порівняно з буроземами (табл. 1-2).

Вміст необмінного калію практично однаковий у всіх підтипах чорноземів. Кількість обмінного калію вища в чорноземах південних, порів-

няно з опідзоленими. Вважаємо, що такий розподіл калію пояснюється більшим його валовим вмістом саме в південних чорноземах. Чорноземи характеризуються також певними особливостями профільного розподілу форм калію (рис. 1). Особливо це виражається при порівнянні цих ґрунтів з буроземами. Останні характеризуються істотно диференційованими лініями профільного розподілу. Для чорноземів характерний підвищений вміст водорозчинного калію у верхній частині, а кількість необмінного частіше більша у нижній частині профілю. Вміст обмінного калію немає однозначних тенденцій в профільному перерозподілі, проте виявлено деяке його накопичення у верхньому перехідному горизонті.

Отже, аналіз вмісту та профільного розподілу різних форм калію в буроземах і чорноземах засвідчує:

- а) в чорноземах кількість валового калію майже в 1,5 рази менше, ніж в буроземах;
- б) вміст водорозчинного калію практично однаковий у всіх типах ґрунтів;
- в) кількість обмінного калію за Кірсановим в гірських буроземах вдвічі, а у ґрунтах Передкарпаття в 3 – 5 разів менша, ніж вміст обмінного калію в чорноземах. Вміст обмінного калію за Масловою в гірських буроземах найбільший, порівняно з чорноземами, тоді як в ґрунтах Передкарпаття тотожний з таким для чорноземних відмін;
- г) вміст необмінного калію в чорноземах і бурих гірсько-лісових ґрунтах ідентичний, тоді як порівняно з буроземами Передкарпаття майже вдвічі більший.

Проведений аналіз не дає однозначної відповіді на питання генезису різних форм калію в різнотипних ґрунтах. Якщо брати до уваги тезу про визначальний вплив ґрунтоутворюючих порід на кількість калію у ґрунті, то очевидне його переважання в буроземах, порівняно з чорноземами як результат диференціації за мінералогічним складом материнських порід. Проте вміст обмінного калію за Кірсановим (метод рекомен-

дований для кислих некарбонатних ґрунтів) показує, що в чорноземних відмінах зростає кількість саме обмінних форм. Останній факт може бути зв'язаний, власне, з істотним впливом карбонатів: ймовірно, що перебування калію на об-

мінних позиціях забезпечене саме активністю Ca^{2+} з відповідними змінами складу обмінних катіонів, порівняно з буроземами. Найперше це стосується обмінних катіонів Ca^{2+} та Na^+ .

Таблиця 1

Вміст різних форм калію в чорноземах та буроземах

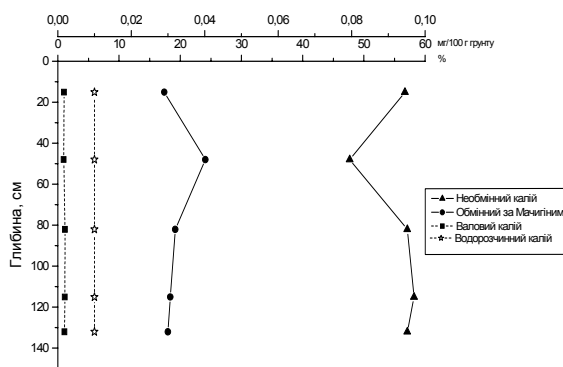
Генетичний горизонт	Глибина, см	Валовий калій, %	Водорозчинний калій, мг/100 г ґрунту	% від валового	*Обмінний за Мачигініним, мг/100 г ґрунту	% від валового	Необмінний калій, мг/100 г ґрунту	% від валового
<i>Чорнозем опідзолений надпотужний середньосуглинковий на лесі, рілля</i>								
Норн.	0-30	1,00	0,01	0,001	17,4	1,75	56,7	5,69
He	30-66	0,97	0,01	0,001	24,1	2,50	47,7	4,94
Нрі	66-97	1,17	0,01	0,001	19,2	1,64	57,1	4,88
Phi	97-132	1,14	0,01	0,001	18,4	1,62	58,2	5,11
Pi/k	132 ...	1,10	0,01	0,001	18,0	1,64	57,1	5,20
<i>Чорнозем південний міцелярно-карбонатний, потужний глибоко закипаючий, легкосуглинковий на лесі, рілля</i>								
Норн.	0-33	2,08	0,05	0,002	17,5	0,84	53,6	2,57
H	33-54	1,93	0,06	0,003	32,2	1,67	37,0	1,92
Нр	54-72	1,79	0,05	0,003	22,3	1,24	45,5	2,54
HPk(s)	72-90	1,48	0,05	0,003	20,3	1,37	47,0	3,17
Phks	90-102	1,20	0,01	0,001	19,6	1,63	49,2	4,09
Pk	102 ...	1,50	0,01	0,001	18,9	1,26	71,9	4,78
<i>Чорнозем південний середньосуглинковий на лесоподібному суглинку, переліг</i>								
H	10-41	2,80	0,09	0,003	70,0	2,50	32,7	1,17
Нрks	41-67	1,30	0,06	0,005	22,1	1,70	51,1	3,92
Phks	67-102	0,78	0,06	0,008	17,8	2,27	54,8	7,00
Pks	102 ...	0,84	0,06	0,007	17,7	2,11	69,1	8,24
<i>Бурий гірсько-лісовий ґрунтового-глейовий легкоглинистий, хвойний ліс</i>								
H	3-13	1,61	0,03	$1,9 \cdot 10^{-3}$	13,7	0,85	60,6	3,77
Нр/m	13-41	2,08	0,01	$3 \cdot 10^{-4}$	12,5	0,60	35,5	1,71
Phmgl	41-54	2,57	0,01	$2 \cdot 10^{-4}$	13,1	0,51	51,7	2,01
PGI	54 ...	3,68	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	15,4	0,42	59,3	1,61
<i>Підзолисто-буроземний важкосуглинковий, широколистяний ліс</i>								
He	2-18	1,91	0,13	$6,8 \cdot 10^{-3}$	4,75	0,25	21,1	1,11
HE	18-36	2,04	0,06	$2,9 \cdot 10^{-3}$	4,43	0,22	21,5	1,05
EI	36-50	2,05	0,03	$1,5 \cdot 10^{-3}$	6,63	0,32	38,8	1,89
Im	50-72	2,00	0,01	$3 \cdot 10^{-4}$	7,14	0,36	34,2	1,70
Pmq	72 ...	2,26	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	5,76	0,25	33,6	1,48

Примітка: для чорноземів обмінний калій визначався за методом Мачигіні, для буроземів – методом Кірсанова (табл. 1-2)

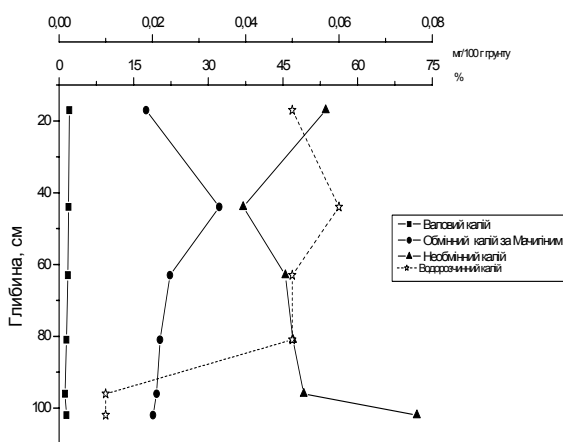
Таблиця 2

Статистичні показники вмісту калію у чорноземах

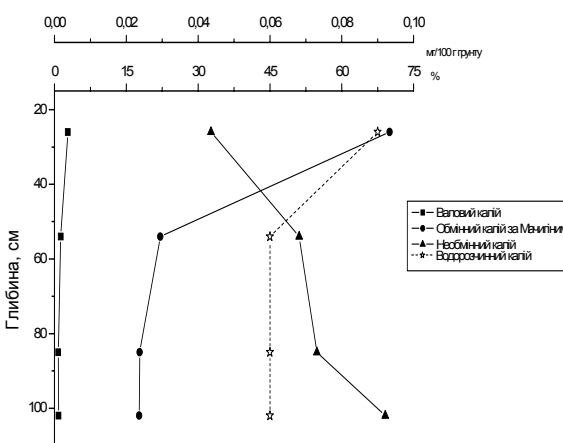
Показники	Валовий калій	Калій, мг/100 г ґрунту	
		обмінний за Мачигініним	необмінний
Чорнозем опідзолений надпотужний середньосуглинковий на лесі, рілля			
Ms±m	1076±87,3	19,4±2,70	55,4±4,32
min-max	970-1170	17,4-24,1	47,7-58,2
Чорнозем південний міцелярно-карбонатний, потужний глибокозакипаючий, легкосуглинковий на лесі, рілля			
Ms±m	1663±327	21,8±5,34	50,7±11,7
min-max	1200-2080	17,5-32,2	37,0-71,9
Чорнозем південний середньосуглинковий на лесоподібному суглинку, переліг			
Ms±m	1430±942	31,9±25,5	51,9±15,0
min-max	780-2800	17,7-70,0	32,7-69,1
Бурий гірсько-лісовий ґрунтового-глейовий легкоглинистий, хвойний ліс			
Ms±m	2481±887	13,7±1,26	51,8±11,6
min-max	1606-3675	12,5-15,4	35,5-60,6
Підзолисто-буроземний важкосуглинковий, широколистяний ліс			
Ms±m	2055±130	5,74±1,17	29,8±8,04
min-max	1909-2264	4,43-7,14	21,1-38,8



А



Б



В

Рис. 1. Розподіл форм калію по профілю чорноземів: А – опідзоленого, під ріллею; Б – південного під ріллею; В – південного під перелогом

COMPARATIVE ANALYSIS POTASSIUM CONTENT OF FORMS BLACK SOILS AND BUROZEMS

O.V. LOBOVA

Found similarities and differences the content of different forms of potassium in soils of different genesis.

Key words: potassium: gross, exchangeable, non- exchangeable, black soils burozem.

Для встановлення дії різних показників ґрунтів на вміст калію використано кореляційний аналіз.

Виявлено (табл. 3) кореляцію різних форм калію між собою, тоді як істотно значущих зв'язків з показниками ґрунтів менше. Спостерігається, як і для буроземів, залежність різних форм калію від кислотності. Очевидно, що незначна вибірка обмежує можливості регресійно-кореляційного аналізу.

Таблиця 3

Кореляційний аналіз між показниками чорноземних ґрунтів і формами калію ($p < 0,05$ $N=15$)

Показники	Коефіцієнти кореляції
валовий калій – обмінна кислотність	0,69
водорозчинний калій – обмінна кислотність	0,61
водорозчинний калій – гідролітична кислотність	0,66
валовий калій – водорозчинний калій	0,56
валовий калій – обмінний калій за Мачигінім	0,77
валовий калій – необмінний калій	-0,63
водорозчинний калій – обмінний калій за Мачигінім	0,59
необмінний калій – обмінний калій за Мачигінім	-0,68

Це підтверджує висловлену вище тезу про роль карбонатів у формуванні калійного режиму чорноземів, найперше обмінного калію.

Висновок. Виявлена суттєва диференціація вмісту калію в досліджуваних буроземах і чорноземах Степової зони України. Спостерігається збільшення валового і обмінного калію за Маслової в буроземах, в порівнянні з чорноземами.

Список літератури:

- Жарикова Е.А. Калій в почвах равнинных территорий Юга Дальнего Востока / Е.А. Жарикова // Почвоведение. – 2001. – № 9. – С. 1060 – 1068.
- Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіні: ДСТУ 4114 – 2002. – [Чинний від 2002-06-27]. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 7 с.
- Павлов К.В. Оценка калийного состояния почвы по соотношению разных форм калия / К.В. Павлов // Почвоведение. – 2007. – № 7. – С. 881 – 884.
- Маслова А.Л. Калийные удобрения / А.Л. Маслова – Л., 1938. – 367 с.
- Середина В.П. Калий в автоморфных почвах на лессовидных суглинках / Середина В.П. – Томск: Изд-во Томск. Ун-та, 1984. – 201 с.
- Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА: ДСТУ 4405 : 2005. – [Чинний від 2006-05-30]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с.
- Якість ґрунту. Методи визначення валового фосфору і валового калію в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н.Соколовського: ДСТУ 4290 : 2004. – [Чинний від 2004-04-30]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 16 с.

Одержано редколегією 14.10.2010

ВПЛИВ СПОСОБІВ ЗЕМЛЕВИКОРИСТАННЯ ТА УМОВ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОСЛИННОГО ОПАДУ НА КИСЛОТНО-ОСНОВНУ РІВНОВАГУ БУРУВАТО-ПІДЗОЛИСТИХ ОГЛЕЄНИХ ҐРУНТІВ

І.С.Смага, Т.І. Цвик

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
ticvik@gmail.com

Наведено параметри показників кислотно-основного стану та прослідковано їх трансформацію в бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтах за впливу способів землевикористання та після взаємодії з різними видами рослинного опаду на фоні можливих умов зволоження.

Ключові слова: бурувато-підзолисті оглеєні ґрунти Передкарпаття, кислотність, тип фітоценозу, умови зволоження, умови ґрунтоутворення

Формування кислої реакції середовища в ґрунтах гумідних зон зумовлене загальним напрямом ґрунтоутворюючого процесу, а також складом і властивостями материнських порід, зокрема відсутністю в них карбонатів. Поширення кислих ґрунтів у природі підпорядковується закону широтної зональності (рівнинні території), або вертикальної поясності (гори). Від тундрової зони в напрямі на південь ґрунти стають менш кислими, а в гірських системах ґрунти високогір'я, зазвичай значно кисліші, ніж ґрунти нижньої частини гір. Пояснення цьому вбачається у різній стійкості їх до кислотних впливів, зумовленої ємністю ґрунтового-геохімічних бар'єрів і, в першу чергу, карбонатного [5].

Вважається, що на ранніх етапах розвитку процесу ґрунтоутворення кисле середовище сприяє покращенню доступності рослинам мінерального субстрату. Для стадії рівноваги властивостей ґрунту з факторами навколишнього середовища характерне гальмування процесу кислотної деструкції відповідними буферними механізмами. У випадку виснаження буферних систем ґрунту настає фаза деградації, тобто погіршення його екологічних функцій стосовно кислотно-основних навантажень [4], а сам він набуває нижчої здатності протидіяти кислим атмосферним опадам. Саме природним біогеохімічним процесам (надходження до ґрунту значної кількості органічної речовини рослинного походження, її мінералізація та утворення мінеральних кислот у ґрунтовому розчині) відводиться визначальна роль у підкисленні ґрунтового розчину [11], а трофічне підкислення ґрунтів виділяється як окремий самостійний процес [3].

Для об'єктивного аналізу передумов розвитку сучасного природного процесу підкислення

важливо встановити роль природних і антропогенних чинників, здатних викликати мобілізацію та зміну вмісту в ґрунті рухомих форм водню й алюмінію, як факторів що визначають його кислотно-основну рівновагу.

Метою досліджень було прослідкувати закономірності впливу на показники кислотно-основного стану бурувато-підзолистого оглеєного ґрунту, способу землевикористання, а також різних видів опаду та розчину глюкози на фоні можливих умов зволоження.

Об'єкт дослідження – потенційна кислотність бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів природних і антропогенно-трансформованих біогеоценозів Передкарпаття.

Предмет досліджень – еколого-генетичні та антропогенні чинники, що впливають на стан кислотно-основної рівноваги ґрунту.

Методика досліджень. Дослідження проводили на території Вишницького передгірського агроґрунтового району Чернівецької області на бурувато-підзолистих ґрунтах. Способи їх землевикористання – під лісові, пасовищні (осушені та неосушені) й сінокісні угіддя. Зразки ґрунту з-під лісу, відібрані погоризонтно, використовували для встановлення в лабораторних умовах впливу різних видів опаду та розчину глюкози на фоні можливих умов зволоження на спрямованість змін кислотно-основної рівноваги в межах профілю ґрунту.

Варіанти імітаційного досліду:

1. Опад широколистяних порід за промивного режиму зволоження (умови сприятливі для розвитку буроземоутворення) - **варіант 1.**

2. Опад хвойних порід за промивного режиму зволоження (умови сприятливі для розвитку опідзолення) - **варіант 2.**

3. Розчин глюкози за водозастійного режиму

зволоження (умови сприятливі для розвитку кислого оглеєння) - **варіант 3**.

4. Розчин глюкози за контрастного режиму зволоження (умови сприятливі для розвитку глеє-елювіювання) - **варіант 4**.

5. Повстина за оптимального зволоження (умови сприятливі для розвитку дернового ґрунтоутворюючого процесу) - **варіант 5**.

Повторність дослідів 4-разова, а тривалість експозиції - 1 та 2 роки.

У відібраних і підготовлених до аналізу зразках ґрунту визначали показники фізико-хімічних властивостей за регламентованими ГОСТ і ДСТУ методиками: рН водний; рН сольовий [10]; гідролітичну кислотність за Каппеном, обмінну кислотність і обмінний алюміній за Соколовим [1], суму ввібраних основ за Каппеном-Гільковицем [2], а статистичний обробіток експериментальних даних проведено за методикою, описаною Б.А. Доспеховим [6].

Результати досліджень. До загальних особливостей кисло-основного стану досліджуваних ґрунтів, незалежно від способу землекористування, слід віднести високі значення гідролітичної та обмінної кислотностей, низькі величини рНводного та рНсольового, вмісту ввібраних основ, а також ступеня насиченості ними. Обмінна кислотність зумовлюється переважно наявністю рухомого алюмінію, який переходить у витяжку 1н розчину KCl. Така специфіка кислотності притаманна всім ґрунтам Карпатської гірської провінції, що зазнають впливу буроземоутворення. Характерною ознакою його вважається кислотний гідроліз алюмосилікатів й вивільнення великих кількостей рухомого алюмінію [8]. Головні риси буроземного процесу, а отже й закономірності формування кисло-основного стану зберігаються й при заміні лісової рослинності трав'янистою [7]. Промивний водний режим ґрунтів зумовлює вилугування ввібраних основ з верхньої товщі ґрунту, що є передумовою зрушення його кисло-основної рівноваги в сторону підкислення.

Встановлено, що буровато-підзолистому ґрунту під трав'янистими угіддями (пасовище та сінокіс) характерні нижчі величини показників його потенційної кислотності, порівняно з ґрунтом під покривом лісу (**табл.**). Враховуючи те, що в ґрунті неосушеного пасовища величина гідролітичної кислотності вища, ніж на осушених угіддях (в межах 4,4-6,6 мг-екв/100 г ґрунту при 3,9-5,5 та 4,6-6,3 відповідно в ґрунті осушеного сінокошу та пасовища) можна допустити, що осушення призводить до незначного зниження величини цієї форми

кислотності. В свою чергу, її величини в межах профілю нижчі в ґрунті неосушеного пасовища, ніж в ґрунті під лісом. Таку обставину пов'язуємо з менш кислим характером опаду трав'янистої рослинності.

Для ґрунту під сільськогосподарськими угіддями притаманне більш істотне зниження обмінної кислотності порівняно з ґрунтом під покривом лісу. Особливо чітко це проявляється у верхніх генетичних горизонтах. Для прикладу, у верхній товщі ґрунту сінокошу осушеного її величини складають лише 0,6-0,8 мг-екв/100 г ґрунту. Натомість, в ілювії ґрунту осушених угідь відмічається зростання вмісту обмінного алюмінію. Ймовірно, що саме в цій частині профілю посилюється кислотний гідроліз алюмосилікатів під впливом посилення промивання ґрунту в результаті дії дренажних систем. Крім того, за довготривалого осушення в середній частині профілю також відмічене зростання вмісту обмінного водню.

Незалежно від способу землевикористання, верхні горизонти ґрунту збіднені ввібраними основами, особливо кальцієм. Це найбільш характерно для ґрунту під лісом, осушеним та неосушеним пасовищами. Вміст обмінного магнію, за окремими винятками, нижчий, ніж вміст обмінного кальцію. Розподіл його по профілю має більш рівномірний характер. Досліджувані ґрунти відносять до ненасичених основами (ступінь насиченості ґрунту основами складає 37,7-68,1% для верхніх горизонтів ґрунту). Таким чином, проявляються тенденції до зниження величини кислотності буровато-підзолистого ґрунту під впливом осушувальної меліорації та тривалого пасовищного використання.

Зважаючи на те, що ґрунтові процеси виступають функцією факторів та умов ґрунтоутворення, значного поширення набуло лабораторне їх відтворення шляхом створення відповідних умов зволоження та нанесення на поверхню ґрунту різних видів рослинного опаду. При цьому можливо змінити хід процесу ґрунтоутворення в бажаному для дослідника напрямку.

Зразки з кожного генетичного горизонту буровато-підзолистого оглеєного ґрунту, відібрані з-під покриву лісу, поміщали у пластикові банки, розміщені звуженим кінцем до низу. На поверхню ґрунту наносили відповідний рослинний опад, а в межах профілю підтримували умови зволоження сприятливі для розвитку окремих процесів. Після одно- та дворічної експозиції погоризонтно визначали показники кисло-основного стану.

Фізико-хімічні властивості бурувато-підзолистих оглєсних ґрунтів південного Передкарпаття за різних способів землевикористання

Генетичний горизонт	Глибина, см	pH		Кислотність		Обмінні		Сума ввібраних основ	Ступінь насиченості основами,%
		водний	сольовий	гідролітична	обмінна	H ⁺	Al ³⁺		
мг-екв/ 100 г ґрунту									
Ліс									
He gl	4-16	3,92	3,00	11,7	3,8	0,5	3,3	5,5	31,9
Egl	16-31	4,43	3,98	9,3	4,0	0,8	3,2	4,8	34,0
Eigl	31-43	4,33	4,05	7,2	4,2	0,3	3,9	6,5	43,0
Igl	43-100	4,52	3,95	6,3	4,2	0,6	3,6	9,1	59,0
Pgl	100...	4,97	4,13	4,6	3,5	0,6	2,9	14,8	79,8
Пасовище неосушене									
He gl	6-22	4,85	3,70	6,6	2,0	0,5	1,5	6,9	42,3
Egl	22-36	4,68	3,82	5,4	2,4	0,7	1,7	4,5	45,3
Eigl	36-57	4,60	3,87	4,8	3,2	0,5	2,7	4,9	50,5
Igl	57-80	4,58	3,90	5,1	2,7	0,9	1,8	5,5	51,9
Pigl	80-128	4,80	3,93	4,4	2,5	0,7	1,8	11,4	72,1
Пасовище осушене									
He gl	8-28	4,93	4,22	4,6	1,4	0,3	1,1	7,1	60,2
Egl	28-44	4,58	4,08	4,6	1,1	0,4	0,7	7,1	60,2
Eigl	44-61	4,78	3,95	5,8	2,9	1,2	1,7	5,5	54,3
Ipgl	61-124	4,52	3,77	6,3	5,1	1,5	3,6	7,3	53,4
Сінокіс осушений									
He gl	7-23	5,20	4,44	3,9	0,6	0,2	0,4	10,0	60,1
Egl	23-35	4,72	4,15	5,5	2,8	0,8	2,0	9,4	63,1
Igl	35-100	4,70	3,90	5,1	4,4	0,6	3,8	11,4	69,1
Pgl	100...	4,85	3,98	4,4	2,8	0,8	2,0	10,4	70,3

Через 1 рік від початку лабораторного моделювання умов, сприятливих для розвитку буроземного і підзолистого процесів, відмічене значне підвищення величини гідролітичної кислотності відносно вихідного рівня (рис. 1.).

Натомість, за умов, сприятливих для проходження глєсового та елювіально-глєсового процесів відмічене зниження її величин в елювіальному горизонті. Після наступного року експозиції відбулося вирівнювання профільного розподілу величин гідролітичної кислотності, а у варіанті зі сприятливими умовами для глєсутворення максимальні її значення зафіксовані в середній частині профілю ґрунту. Отже, підтверджуються відомі літературні дані про зниження кислотності ґрунту при глєсутворенні [6]. Крім того, за проходження цього процесу, у верхній товщі ґрунту величини обмінної кислотності знижуються до 1,40-2,72 мг-екв /100 г ґрунту, а в середній частині профілю – навпаки зростають. Чіткіше це проявляється через 2 роки після початку моделювання (рис. 2.).

Аналогічна картина відмічалася в середній частині профілю осушених ґрунтів, про що зазначалося вище, а також при моделюванні сприятливих умов для розвитку глєсулювіювання.

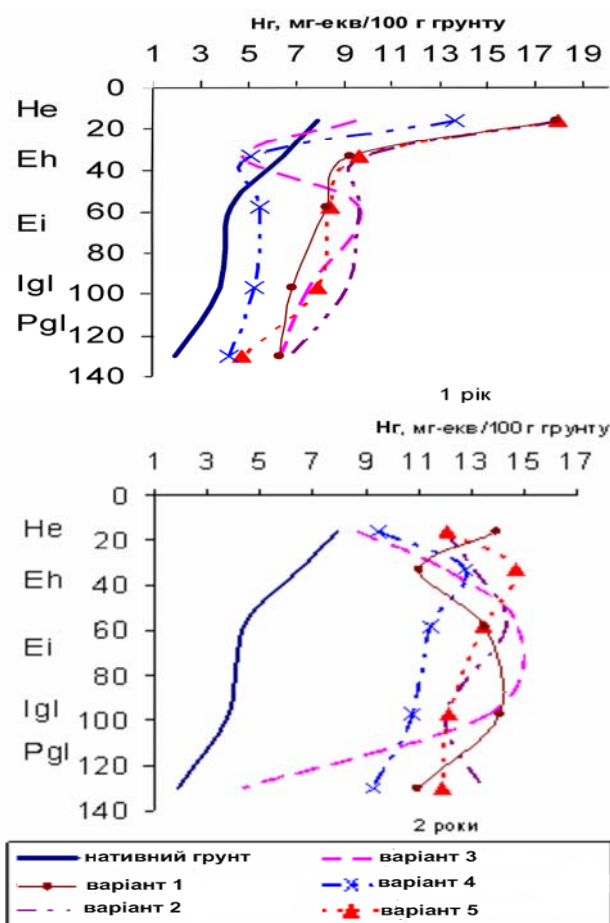


Рис.1. Профільний розподіл гідролітичної кислотності в бурувато-підзолистому оглєсному ґрунті за моделювання можливих умов ґрунтоутворення

В усіх варіантах досліді після річної експозиції (за винятком варіанту зі створеними умовами для розвитку підзолистого процесу) нижчі величини обмінної кислотності спостерігалися у верхньому генетичному горизонті. Після 2-х років експозиції, незалежно від варіанту досліді, максимум її значень припав на середню частину профілю, зокрема елювіально-ілювіальний горизонт. Після річної імітації взаємодії бурувато-підзолистого оглеєного ґрунту з різними видами рослинного опаду на фоні можливих умов зволоження (за виключенням варіанта 4) зберігся загальний характер профільного розподілу суми ввібраних основ за різкого зниження їх вмісту в середній частині профілю (рис. 3.).

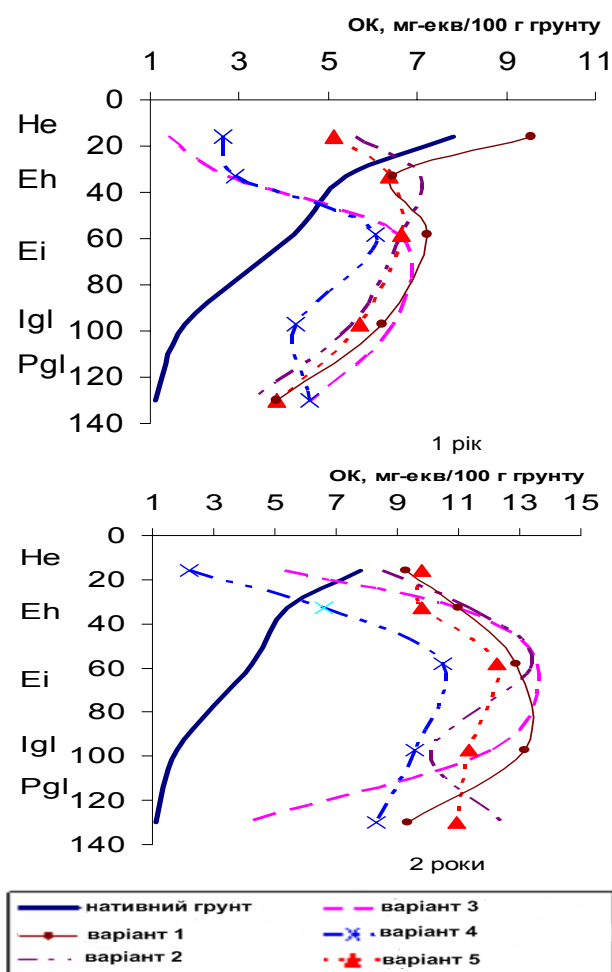


Рис. 2. Профільний розподіл обмінної кислотності в бурувато-підзолистому оглеєному ґрунті за моделювання можливих умов ґрунтоутворення

Найвищі значення суми ввібраних основ притаманні материнській породі. Через 2 роки від початку моделювання відбулася значна втрата ввібраних основ з гумусово-елювіальних та елювіальних горизонтів. Профільний розподіл їх значень залишився аналогічним до попереднього терміну експозиції, однак відмінності між варіантами проявляються

менше. Відбулося зниження їх вмісту у верхній товщі та збільшення в нижній, починаючи з ілювіального горизонту. Сильніше вилугування катіонів відмічене у варіантах, де в ґрунтових колонках створювали умови промивного (з кислим опадом) та контрастного режимів зволоження. За промивного режиму зволоження з нейтральним опадом зазначений процес відбувається менш інтенсивно.

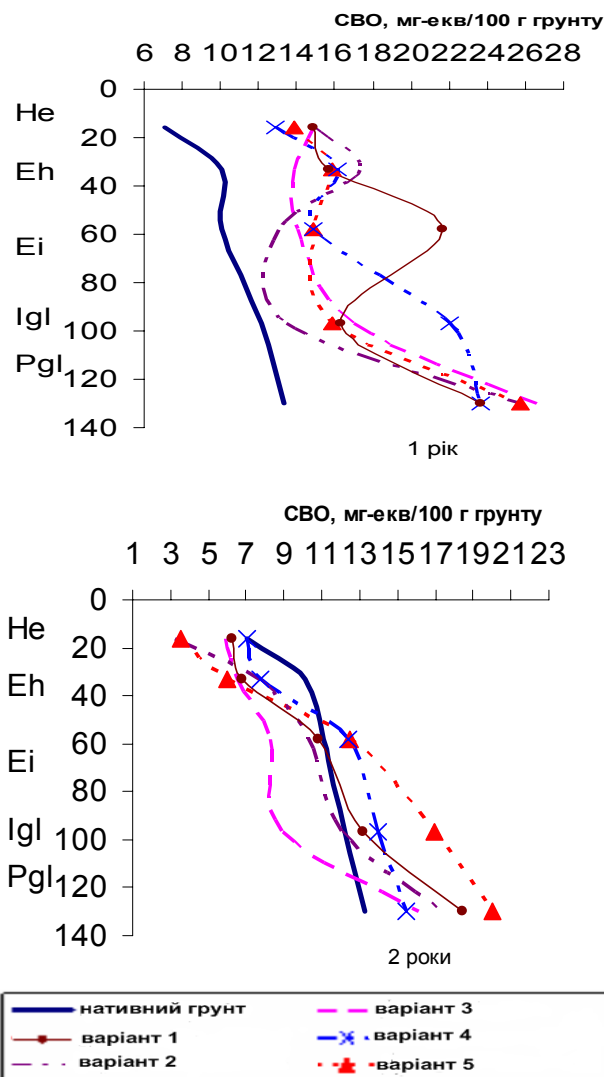


Рис. 3. Профільний розподіл суми ввібраних основ в бурувато-підзолистому оглеєному ґрунті за моделювання можливих умов ґрунтоутворення

Отже, в бурувато-підзолистому оглеєному ґрунті, незалежно від способу землекористання та меліоративного стану, а також при поступанні різних видів рослинного опаду і його трансформації на фоні можливих умов зволоження зберігається загальна природна спрямованість ґрунтоутворення та формування кислотно-основного стану, характерна для процесів опідзолення та буроземоутворення. У випадку осушення ґрунту закритим гончарним дренажем відбувається посилення процесів, що призводять до появи значних кількостей рухомого алюмінію.

Список літератури:

1. Александрова Л.Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Александрова Л.Н., Найденова О.А. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 64–67.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Аринушкина Е.В. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – С. 240 – 260.
3. Гамкало З.Г. Функціональна роль зв'язування йонів кислотоутворювачів твердою фазою ґрунту / З.Г. Гамкало // Вісник ХНАУ, 2003. - №1. – С. 96-101.
4. Гамкало З.Г. Теоретично-методологічний аналіз процесу підкислення педосфери: причини і наслідки / З.Г. Гамкало, М. З. Гамкало // Генеза, географія та екологія ґрунтів. – Зб. наук. пр на пошану професора Львівськ. нац. ун-ту ім. Івана Франка МIRONA КІТА. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – С. 144-158.
5. Глазовская М.А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская // Почвоведение. – 1999.-№1. - С.114 - 124.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Доспехов Б.А.- М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
7. Канивец В.И. Поверхностное оглеение в почвах с текстурно-дифференцированным профилем / В.И. Канивец // Почвоведение. – 1987. – № 11. – С. 118–126.
8. Канивец В.И. Бурозёмообразование в лесных почвах Украинских Карпат / В.И. Канивец // Почвоведение. – 1991. – № 4. – С. 19–28.
9. Кауричев И.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв / И.С. Кауричев, Д.С. Орлов. – М., 1982.
10. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390 : 1994, IDT): ДСТУ ISO 10390 – 2001. – [Чинний від 2003-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 7 с.
11. Nutrient cycling in Hantington Forest deciduous stands: nitrogen and sulfur / M. J. Mitchell, N.W. Foster, J.P. Shepard [and oth] // Can. J. For. Res. - 1992/- V. 22.- P/ 457 – 464.

IMPACT OF LAND USE AND METHODS OF PLANT TRANSFORMATION CONDITIONS PRECIPITATION OF ACID-BASE BALANCE BROWNISH -PODZOLIC GLEYED SOILS

I.S. SMAGA, T.I.TSVYK

The parameters indicators acid-base status and retraced their transformation into brown -podzolic gleyed soils under the influence of land use methods and the interaction with different types of plant decay on the background of possible moisture conditions.

Keywords: braunerde – podzolic gley soils, Pre-Carpatihians, acid of soils, type of plant, moisture conditions, soil conditions.

Одержано редколегією 18.11.2010

МЕТОДИКА КАРТУВАННЯ ВИДІВ УРБАНОФЛОРИ ЧЕРНІВЦІВ

К.В. Коржан, В.В. Буджак, І.І. Чорней

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012

Наводиться інформація, щодо методики картування урбанofлори Чернівців. На основі сітки квадратів Чернівецької області в системі UTM розроблено карту для території міста, з урахуванням особливостей картування урбанofлор. Так територія міста представлена 153 квадратами 1x1, та потрапляє до 2 квадратів 50x50 км - 35UMP1 та 35UMP2, що входять до квадрату 100x100 км - 35UMP.

Ключові слова: картування, урбанofлора, квадрат, система UTM, ГІС технології

Вступ. Урбанізація є одним з найпотужніших факторів впливу на природу, що викликає докорінні зміни видового складу, структури, еволюційного розвитку флори й фауни на території населених пунктів та їх околиць [3]. Цим зумовлено активний розвиток урбанofлористичних досліджень в Європі та Україні.

Об'єкти та методи: Об'єктом наших досліджень є флора міста Чернівців. Для графічного відображення розповсюдження видів використано систему картування, в якій територія міста розбивається на квадрати площею 1x1 [7,8]. Оскільки для тертої Чернівецької області існує карта, що відповідає вимогам Атласу Флори Європи нами було розроблено відповідну карту для міста Чернівці, з урахуванням особливостей картування урбанofлор.

Результати досліджень. Сучасний етап у розвитку картуванні пов'язаний із розвитком ГІС-технологій та комп'ютерних методів картування [1, 4]. На думку Б.А. Юрцева, картування видів з використанням сіткового методу в поєднанні з ЕОМ повинно стати важливим елементом вивчення флор на основі методу конкретних флор [2, 5]. Сьогодні автоматизовані геоінформаційні системи виконують функцію створення карт та їх аналізу. Методи цифрової або комп'ютерної картографії дуже широко використовуються. Їх перевага полягає в автоматизації та пошаровому представленні на одній карті великої кількості інформації. Це дозволяє виявити взаємозв'язок між представленістю видів і певними екологічними факторами [1,4].

Використавши карту, яка була запропонована для картування флори Чернівецької області, нами була розроблена карта для Чернівців [2]. За основу для Чернівців було прийнято карту 1:20000. Так встановлено, що Чернівці потрапляють до 1 квадрату площею 100x100 км 35UMP, та до 2 квадратів – 50x50 км: 35UMP1 та

35UMP2. Квадрати 50x50 км були розбиті на 10x10, які в свою чергу подрібнені на 5x5, а ті на 1x1. Таким чином сітка міста представлена 153 квадратами 1x1. (рис.1). Карта зроблена на базі системи MapInfo.

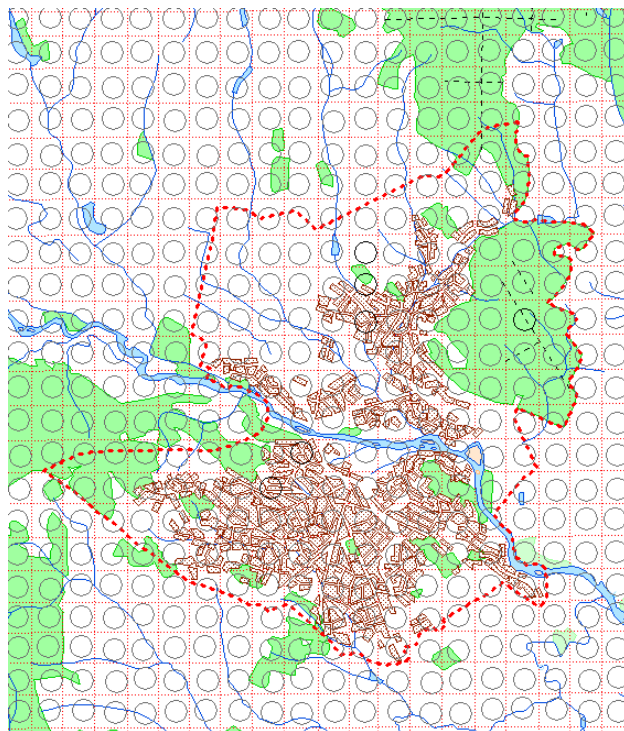


Рис.1. Схема квадратів міста Чернівці

Список літератури:

1. Берлянт А.М. Географические информационные системы в науках о Земле // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – №5. – С. 66-73.
2. Буджак В.В., Чорней І.І., Токарюк А.І. До методики картування видів флори (на прикладі Чернівецької області) // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. – Вип. 455: Біологія. – Чернівці: "Рута", 2009. – С.168-170.
3. Переяслав-Хмельницький. Природа: рослинний світ. Критичний інвентаризаційний анований

- конспект флори та рослинності: судинні рослини, мохоподібні, лишайники, водорості / За редакцією В.П. Коцура, В.М. Джурана, М.М. Федорончука, М.В. Шевери. – Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.С., 2010. – 163 с.
4. Юрковская Т.К. Геоботаническое картографирование и составление аналитических карт растительности. - Доступ до статті http://www.krc.karelia.ru/doc_download.php?id=814&table
 5. Юрцев Б.А. О количественной оценке «веса» видов при флористическом районировании // Ботанический журнал. – Т. 69. № 9, 1983. – С. 1145-1152
 6. Atlas Florae Europaeae: Distribution of vascular plants in Europe / Ed. J. Jalas, J. Suominen; On the basis of team-work of European botanist. 1. Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae). – Helsinki, 1972. – 121 p.
 7. Witosławski P. Atlas of distribution of vascular plants of Łódź. – Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 2006. – 386 p.
 8. Zając A., Zając M. Distribution atlas of vascular plants in Poland, - Cracow: Edited by Laboratory of Computer Chorology, Institute of Botany, Jagiellonian University, 2001. – 715 p.

THE METHOD OF MAPPING CHERNIVTSY URBANFLORAS' SPECIES

K.V. KORZHAN, V.V. BUDZHAK, I.I. CHORNEY

The information about the methods of mapping species of Chernivtsy urbanflora are given in the article. On the basis of the Chernivtsy region net square system was developed the map of the city, with the account of the features of the mapping urbanflora. The area of Chernivtsy are presented by 153 squares 1x1 km, and belongs to two squares 50x50 km - 35UMP1 and 35UMP2, which are included into one square 100x100 km - 35UMP.

Keywords: mapping, urbanflora, square, UTM system, GIS technology

Одержано редколегією 01.10.2010

ВАРІЮВАННЯ ВИСОТИ І КУЩИСТОСТІ ГІБРИДІВ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

Л.М. Нежигай, Т.М. Чеченєва

Національний університет біоресурсів та природокористування України,
кафедра молекулярної генетики та біобезпеки, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041

Оцінено прояв окремих господарсько-цінних ознак у міжсорткових гібридів F₁ озимої м'якої пшениці української селекції в порівнянні з вихідними формами. Встановлено, що за ознакою «висота рослини» жоден з гібридів не перевищує допустиму межу для низькостеблових сортів. За кількістю продуктивних пагонів з рослини відмічено позитивне значення істинного і гіпотетичного гетерозису у гібридів Білоцерківська напівкарликова × Поліська 90 та Білоцерківська напівкарликова × Колумбія, крім того у першого відмічено позитивне значення гіпотетичного гетерозису.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, гетерозис, домінування.

Вступ. Підвищення потенціалу врожайності сортів озимої м'якої пшениці сьогодні досягається завдяки застосуванню традиційних, внутривидової гібридизації і експериментального мутагенезу, та новітніх біотехнологічних методів (Моргун, Логвиненко, 1995). Перший залишається чи не найважливішим для розширення меж мінливості для подальшого добору форм з необхідними параметрами врожайності, стійкості до несприятливих факторів зовнішнього середовища, якості зерна.

Метою наших досліджень було встановлення ступеня фенотипового домінування (hp) та величини істинного та гіпотетичного гетерозису ($\Gamma_{\text{іст}}$ та $\Gamma_{\text{гін}}$) за висотою і кущистістю в гібридів F₁ озимої м'якої пшениці.

Об'єкт і методи. Експериментальні дослідження виконано в умовах дослідного поля ДСВ ІФРГ НАНУ, смт. Глеваха. Матеріалом слугували 12 гібридів F₁, одержані від схрещування 6 високопродуктивних сортів озимої м'якої пшениці, що поєднують стабільно високі технологічні якості зерна, зимостійкість, стійкість до вилягання та фітопатогенів, оптимально адаптованих до умов навколишнього середовища, що вказує на доцільність використання їх як вихідного матеріалу у селекції. Насіння сортів було люб'язно надано акад. НАН України В.В. Моргуном.

Досліджувані сорти відносяться до різновидів еритроспермум (Білоцерківська напівкарликова, Колумбія, Ятрань 60, Поліська 90) та лютесценс (Подольська, Миронівська 61).

Вихідні форми та гібриди F₁ висівали вручну за схемою: материнська форма – гібрид – батьківська. Посів здійснювали в оптимальний для озимої пшениці строк – 20 вересня. Довжина ділянок 1,5 м, міжряддя 0,3 м. Норма висіву – по 100 насінин у рядок. Гібриди F₁ отримано шляхом примусового запилення попередньо кастрованих колосів.

Математичну обробку експериментальних даних проведено за допомогою загальноприйнятих

статистичних методик та програми Microsoft Office Excel 2003, об'єм вибірки 30 рослин. Достовірність відмінності середніх арифметичних гібридів F₁ та відповідних батьківських форм визначали при P_{0,05} з використанням нормованого відхилення t при P_{0,05} (Лакин, 1990).

Цінність гібридної комбінації в селекції на гетерозис істинний і гіпотетичний за досліджуваними ознаками розраховували за формулами (Абрамова З.В., 1992):

$$\Gamma_{\text{іст}} = \frac{F_1 - P_{\text{кращий}}}{P_{\text{гірший}}} \times 100\%;$$

$$\Gamma_{\text{гін}} = \frac{F_1 - P_{\text{середній}}}{P_{\text{середній}}} \times 100\%,$$

де F₁ – середній показник ознаки у гібрида F₁; P_{кращий} – середній показник ознаки кращої батьківської форми; P_{середній} – середній показник ознаки обох батьківських форм.

Закономірність успадкування ознаки в F₁ і характер дії генів визначали в залежності від отриманого показника ступеня фенотипового домінування, який обчислювали за формулою:

$$hp = \frac{F_1 - MP}{HP - MP} \quad (\text{Жученко, 1973}),$$

де F₁ – середнє арифметичне значення ознаки у гібридних рослин F₁; MP – середнє значення ознаки у обох батьківських форм; HP – максимальне значення ознаки в одній з батьківських форм. Ступінь домінантності може набувати різних значень, завдяки чому можна якісно описати закономірність успадкування ознаки у F₁. Якщо:

1) $-\infty < hp < -1$ – негативне наддомінування (негативний гетерозис);

2) $-1 \leq hp < -0,5$ – негативне домінування;

3) $-0,5 \leq hp \leq +0,5$ – проміжне успадкування;

4) $+0,5 < hp \leq +1$ – позитивне домінування;

5) $+1 < hp < +\infty$ – позитивне наддомінування (позитивний гетерозис).

Результати та їх обговорення. Досить частим явищем, що зумовлює зниження врожайності посі-

вів озимої м'якої пшениці є вилягання рослин. Вказана ознака значною мірою пов'язана з висотою рослини. Вважається, що оптимальна висота короткостеблових сортів має становити 75-95 см, залежно від умов вирощування. Цим вимогам відповідають

низькостеблові – 85-105 см та напівкарликові сорти – 85-60 см (Дорофеев та ін., 1987).

За ознакою «висота рослини» у 10 гібридних форм спостерігається гетерозис чи наддомінування ознаки вищого вихідного зразка (табл. 1).

Таблиця 1.

Ступінь прояву гетерозису і характер успадкування ознаки «висота рослини» у міжсортних гібридів F_1 .

№ п/п	Гібриди F_1	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$, см	hp	Γ_{icm} , %	Γ_{zin} , %
1	Колумбія × Ятрань 60	85,53±1,09*	1,69	3,05	7,84
2	Колумбія × Подолянка	84,75±0,96*	0,98	-2,08	4,51
3	Колумбія × Миронівська 61	95,32±2,04* **	2,15	8,15	16,41
4	Колумбія × Білоцерківська напівкарликова	71,73±1,01* **	-15,71	-4,57	-4,86
5	Ятрань 60 × Подолянка	93,61±0,74* **	4,98	8,16	10,43
6	Ятрань 60 × Білоцерківська напівкарликова	82,90±1,01**	0,97	-0,12	4,83
7	Ятрань 60 × Поліська 90	95,35±0,85* **	2,87	6,68	10,63
8	Миронівська 61 × Білоцерківська напівкарликова	73,79±0,86*	-1,21	-16,28	-9,63
9	Миронівська 61 × Поліська 90	96,81±1,12* **	12,99	8,32	9,07
10	Білоцерківська напівкарликова × Поліська 90	94,33±1,10* **	1,70	5,54	14,66
11	Подолянка × Білоцерківська напівкарликова	88,56±0,58**	1,35	2,33	9,53
12	Подолянка × Поліська 90	90,23±1,52*	1,60	0,95	2,58

* Достовірно відрізняється від материнської форми при $P_{0,05}$; ** Достовірно відрізняється від батьківської форми при $P_{0,05}$

У 4 комбінаціях, де вихідні форми відрізнялись за ознакою (Колумбія - 75,63 см, Ятрань 60 – 83,00 см, Подолянка – 86,55 см, Білоцерківська напівкарликова – 75,17 см), середній показник висоти гібриду не мав достовірної відмінності від показника вищої вихідної форми – це варіанти Колумбія × Ятрань 60, Колумбія × Подолянка та Ятрань 60 × Білоцерківська напівкарликова, Подолянка × Білоцерківська напівкарликова.

Суттєве зменшення висоти гібрида, порівняно з більшою за висотою вихідною формою мало місце у комбінації контрастних сортів Миронівська 61 (88,14 см) × Білоцерківська напівкарликова, Γ_{icm} - 1,21%. Максимальне перевищення ознаки більшої за висотою батьківської форми виявлено у комбінації Миронівська 61 × Поліська 90 (89,38 см) – Γ_{icm} – 8,32%. Слід відзначити, що у комбінації двох форм, з найменшою серед досліджуваних сортів висотою, Колумбія × Білоцерківська напівкарликова спостерігали ще більше зниження висоти рослин, порівняно з вихідними формами. Разом з тим, за іншими даними при схрещуванні двох низькорослих сортів в F_1 спостерігали збільшення частки гетерозисних за висотою форм (Шелепов та ін., 2009), що вказує на складну генетичну природу ознаки.

Отже, як видно з наведених вище результатів, жоден зі створених нами гібридів не вийшов за межі висоти низькостеблових сортів, а 4 з них входять до групи напівкарликів.

За величиною загальної кущистості серед вихідних форм лідируюче положення займають сорти Колумбія та Подолянка (5,80 та 7,00 пагонів на рослину відповідно). Гетерозис та позитивне домінування за загальною кількістю пагонів виявлено лише у гібридів Колумбія × Подолянка (hp – 0,79), Колумбія × Білоцерківська напівкарликова

(hp – 3,33) та Білоцерківська напівкарликова × Поліська 90 (hp – 1,00). Різниця між середніми гібрида і обох батьківських форм достовірна лише в першому випадку (табл. 2).

Показники істинного та гіпотетичного гетерозису цих комбінацій вказують на збільшення кількості пагонів у рослин двох останніх комбінацій порівняно з батьківськими формами. На противагу їм, у варіанті Колумбія × Подолянка, гетерозис істинний складає -21,43, а гіпотетичний - 14,06%. Даний показник найбільше варіює у гібридів Колумбія × Миронівська 61, Ятрань 60 × Білоцерківська напівкарликова, Миронівська 61 × Білоцерківська напівкарликова.

Досить складний тип успадкування має продуктивна кущистість. За літературними даними ця ознака сильніше проявляється у гібридів якщо в якості материнської форми використовують сорти з максимальною кількістю продуктивних пагонів (Шелепов та ін., 2009).

Як і за загальною кількістю пагонів з рослини, за ознакою «продуктивна кущистість» вирізняються сорти Колумбія та Подолянка (4,13 та 4,57 продуктивних пагонів з рослини). У досліджених 12 гібридних комбінаціях величина показника hp коливалась від -6 до +1,6 (табл. 3).

В 2 з них спостерігали проміжне успадкування ознаки (Ятрань 60 × Поліська 90, Миронівська 61 × Поліська 90) та позитивне наддомінування у комбінації Білоцерківська напівкарликова × Поліська 90, хоча в кожному з цих випадків відмінність середніх гібрида і обох батьківських форм несуттєва. За цим показником відмічено позитивне значення істинного і гіпотетичного гетерозису лише у гібрида Білоцерківська напівкарликова × Поліська 90.

Таблиця 2.

Ступінь прояву гетерозису і характер успадкування ознаки «загальна куцистість» у міжсорткових гібридів F_1

№ п/п	Гібриди F_1	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$, см	hp	Γ_{ict} , %	Γ_{zin} , %
1	Колумбія × Ятрань 60	3,86± 0,22* **	-7,29	-33,33	-30,54
2	Колумбія × Подолянка	5,50± 0,34**	0,79	-21,43	-14,06
3	Колумбія × Миронівська 61	4,23± 0,32**	-2,62	-27,01	-21,12
4	Колумбія × Білоцерківська напівкарликова	6,73± 0,29*	3,33	34,67	24,69
5	Ятрань 60 × Подолянка	5,13± 0,27*	-1,24	-26,67	-16,76
6	Ятрань 60 × Білоцерківська напівкарликова	5,10± 0,31	-0,40	-4,38	-1,29
7	Ятрань 60 × Поліська 90	4,56± 0,30	-24,00	-15,43	-14,91
8	Миронівська 61 × Білоцерківська напівкарликова	4,50± 0,34	-14,00	-10,00	-9,40
9	Миронівська 61 × Поліська 90	4,60± 0,27	-2,43	-14,81	-10,97
10	Білоцерківська напівкарликова × Поліська 90	5,40± 0,31	1,00	0,00	3,85
11	Подолянка × Білоцерківська напівкарликова	5,56± 0,31*	-0,43	-20,48	-7,22
12	Подолянка × Поліська 90	3,86± 0,18* **	-2,92	-44,76	-37,63

* Достовірно відрізняється від материнської форми при $P_{0,05}$; ** Достовірно відрізняється від батьківської форми при $P_{0,05}$

Таблиця 3.

Ступінь прояву гетерозису і характер успадкування ознак «продуктивна куцистість» у міжсорткових гібридів F_1

№ п/п	Гібриди F_1	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$, см	V, %	hp	Γ_{ict} , %	Γ_{zin} , %
1	Колумбія × Ятрань 60	2,16± 0,17* **	42,13	-4,36	-47,58	-42,48
2	Колумбія × Подолянка	2,80± 0,19* **	37,98	0,61	-38,69	-35,63
3	Колумбія × Миронівська 61	2,60± 0,20	42,37	-2,83	-37,10	-30,36
4	Колумбія × Білоцерківська напівкарликова	3,16± 0,26*	44,72	-0,81	3,26	-12,04
5	Ятрань 60 × Подолянка	3,00± 0,21**	39,15	-1,69	-34,31	-24,69
6	Ятрань 60 × Білоцерківська напівкарликова	2,70± 0,22*	42,56	-3,20	-20,59	-16,49
7	Ятрань 60 × Поліська 90	2,93± 0,24	44,70	-0,40	-13,73	-4,35
8	Миронівська 61 × Білоцерківська напівкарликова	2,40± 0,22* **	50,85	-6,00	-28,00	-25,00
9	Миронівська 61 × Поліська 90	3,10± 0,20	35,29	0,22	-7,00	2,20
10	Білоцерківська напівкарликова × Поліська 90	3,16± 0,22	38,08	1,60	3,26	9,20
11	Подолянка × Білоцерківська напівкарликова	3,26± 0,20*	34,04	-0,73	-28,47	-14,41
12	Подолянка × Поліська 90	3,06± 0,20*	36,26	-0,64	-32,85	-15,98

* Достовірно відрізняється від материнської форми при $P_{0,05}$; ** Достовірно відрізняється від батьківської форми при $P_{0,05}$

Висновки. Отже, всі отримані гібриди належать до груп напівкарликових та низькостеблових форм. Для створення нових форм перспективною є комбінація Колумбія × Білоцерківська напівкарликова, оскільки в неї спостерігається суттєве зниження висоти порівняно з обома батьківськими формами і позитивне значення Γ_{ict} за кількістю продуктивних пагонів з рослини.

Список літератури:

1. Абрамова З. В. Практикум по генетике. Москва: Агропромиздат, 1992. – 223 с.
2. Жученко А. А. Изменчивость и наследование хо-

- зайственно ценных признаков у томатов. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1973. – 631 с.
3. Дорофеев В.Ф., Удачин Р.А., Семенова Л.В. и др. Пшеницы мира / Под ред. В.Ф. Дорофеева. Л.: Агропромиздат, 1987. – 560 с.
4. Лакин Г.В. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
5. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы. – К.: Наукова думка, 1995. – 565 с.
6. Шелепов В.В., Чебаков Н.Н., Вергунов В.А., Кочмарский В.С. Пшеница: история, морфология, биология, селекция. – М.: Мироньковская типография, 2009. – 580 с.

HEIGHT AND BUSHINESS VARIATION OF HYBRIDS F_1 SOFT WINTER WHEAT

L.M. NEZHIGAI, T.M. CHECHENEVA

The estimation of some economically valuable traits in F_1 hybrids of winter wheat of Ukrainian selection in comparison with original forms was done. The hybrids did not exceed the permissible limit for low height varieties. Regarding the number of productive shoots per plant Bilotserkivs'ka napivkarlykova × Polis'ka 90 and Kolumbiia × Bilotserkivs'ka napivkarlykova demonstrated positive real and hypothetical heterosis. The first of them also showed the positive value of a hypothetical heterosis.

Key words: soft winter wheat, heterosis, dominance.

Одержано редколегією 12.11.2010

КАРІОТИПІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ ВИДІВ СУДИННИХ РОСЛИН ФЛОРИ БУКОВИНИ

М.В. Величко¹, Н.О. Пушкарьова²

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України

²Національний педагогічний університет ім. М.А. Драгоманова

Наведено результати каріотипічних досліджень *Dipsacus laciniatus* L., *Lapsana communis* L., *Crepis conyzifolia* (Gouan) A. Kerner із вказівкою місця збору матеріалу.

Ключові слова: каріотип, морфометричні параметри, тип хромосом

Результати каріотипічного аналізу видів важливі для з'ясування філогенетичних взаємозв'язків між окремими таксонами. Кількісне накопичення матеріалів щодо морфологічної характеристики хромосомних наборів різних видів в подальшому дасть змогу систематикам і на хромосомному рівні проаналізувати флорогенетичні процеси в межах окремих регіонів.

Об'єктами наших досліджень є представники флори Буковини – *Dipsacus laciniatus* L., *Lapsana communis* L., *Crepis conyzifolia* (Gouan) A. Kerner. Каріотипічний аналіз проводили на тимчасових давлених препаратах кінчиків корінців, пророслого на фільтрувальному папері насіння. Обробляли матеріал 0,02% розчином колхіцину. Для кращої мацерації клітин, перед давленням, підготовлену частину корінця поміщали на 2 години в термостат при температурі 37° С. Середнє значення розмірів хромосом визначали вимірюючи їх на 10 метафазних пластинках з наближено однаковим індексом спіралізації (Is), який визначався співвідношенням сумарної довжини двох найменших пар хромосом каріотипу до сумарної довжини двох найбільших пар хромосом каріотипу помножених на 100% [2] та наступною статистичною обробкою [1,3].

На метафазних препаратах визначалися наступні морфометричні параметри каріотипу: загальна довжина хромосоми (C), розміри довгого (l) і короткого (s) плеча хромосоми, співвідношення між плечима хромосом (r), I – центромірний індекс (100s : C), тип хромосом (T), який встановлювали за положенням центромери.

Матеріал для досліджень зібрано у наступних локалітетах: 1. *Dipsacus laciniatus* – південні околиці м. Чернівці; 2. *Lapsana communis* – урочище Німчиц, Путильський район Чернівецької області; 3. *Crepis conyzifolia* – околиці села Плоска Путильського району Чернівецької області.

Морфометричні параметри каріотипів досліджених видів наведено у таблиці.

Соматичне число хромосом *Dipsacus laciniatus* $2n = 16$, загальна довжина всіх хромосом каріотипу при індексі спіралізації (Is = 61–64 %) дорівнює 47,92±0,14 мк. Для чотирьох пар хромосом (I, II, V, VI) властиве метацентричне (m) положення центромери, а для інших чотирьох пар (III, IV, VII, VIII) – субметацентричне (sm).

Таблиця
Морфометричні параметри каріотипів *Dipsacus laciniatus*, *Lapsana communis*, *Crepis conyzifolia*

Пари хромосом	C (в мк)	l + s	r	I	T
<i>Dipsacus laciniatus</i>					
I	3,69 ± 0,11	2,05 ± 1,64	1,25	44,4	m
II	3,28 ± 0,14	1,64 ± 1,64	1,00	50,0	m
III	3,29 ± 0,10	2,26 ± 1,08	2,19	31,3	sm
IV	3,30 ± 0,17	2,48 ± 0,82	3,00	24,8	sm
V	3,08 ± 0,14	1,64 ± 1,44	1,14	46,7	m
VI	2,88 ± 0,19	1,44 ± 1,44	1,00	50,0	m
VII	2,87 ± 0,10	2,05 ± 0,82	2,50	28,5	sm
VIII	2,87 ± 0,15	2,05 ± 0,82	2,50	28,5	sm
<i>Lapsana communis</i>					
I	3,68 ± 0,09	2,74 ± 0,94	2,91	25,5	sm
II	2,86 ± 0,17	1,72 ± 1,14	1,50	39,9	m
III	2,25 ± 0,20	1,47 ± 0,77	1,90	34,2	sm
IV	1,96 ± 0,08	1,26 ± 0,69	1,82	35,2	sm
V	1,71 ± 0,10	1,14 ± 0,57	2,00	33,3	sm
VI	1,67 ± 0,09	0,98 ± 0,69	1,42	41,3	m
VII	1,27 ± 0,12	0,86 ± 0,41	2,09	32,3	sm
<i>Crepis conyzifolia</i>					
I	8,54 ± 0,24	5,94 ± 2,59	2,29	30,3	sm
II	7,79 ± 0,22	6,15 ± 1,64	3,72	21,1	st
III	7,34 ± 0,17	5,64 ± 1,70	3,31	23,2	st
IV	5,84 ± 0,27	5,11 ± 0,75	7,00	12,8	tsat.s.

Соматичне число хромосом *Lapsana communis* $2n = 14$, загальна довжина всіх хромосом каріотипу при індексі спіралізації (Is = 61–64 %) дорівнює 34,80±0,12 мк. Дві пари хромосом (II, VI) мають ме-

тацентричне положення центроміри, інші п'ять пар (I, III, IV, V, VII) – субметацентричне.

Соматичне число хромосом *Crepis conyzifolia* $2n = 8$, загальна довжина всіх хромосом каріотипу при індексі спіралізації ($Is = 61-64\%$) дорівнює $59,02 \pm 0,22$ мк. Одна пара хромосом (I) має субметацентричне положення центроміри; дві пари (II і III) – субтермінальне (st), а одна пара (IV) має термінальне положення центроміри та наявність супутника на короткому плечі хромосоми (t sat. s.).

Список літератури.

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: «Высшая школа», 1973. – 352 с.
2. Павулсоне С.А., Иорданский А.Б. Новый способ повышения разрешительной способности кариологического анализа. // Генетика. – 1971. – 7, № 4. – С. 149-152.
3. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Изд-во «Высшая школа», 1964. – 320 с.

CARYOTOPICAL CHARACTERISTIC OF SOME SPECIES OF VASCULAR PLANTS FROM BUKOVINA

M.V. VELYCHKO, N.O. PYSHKAREVA

The results of cariotopical investigations of Dipsacus laciniatus L., Lapsana communis L., Crepis conyzifolia (Gouan) A. Kerner with the designation of venue are given.

Key words: karyotypes, morphometric parameters, the type of chromosome

Одержано редколегією 12.11.2010

ЛОКАЛЬНЕ ОКУЛЬТУРЮВАННЯ ҐРУНТУ – ЕФЕКТИВНИЙ ШЛЯХ ЗМЕНШЕННЯ НАДХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ДО РОСЛИН

Ю.Л. ЦАПКО

Національний науковий центр “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського”

Адреса: вул. Чайковського 4, м. Харків, 61024, Україна

TsapkoUL@i.ua

Висвітлено позитивну роль технології локального окультурювання в гальмуванні процесів переходу радіонуклідів із ґрунтового середовища до надземної маси рослин. Показано значимість технології локального окультурювання у покращенні екологічної ситуації на радіоактивно забруднених територіях.

The positive part of the local amelioration technique in the suppression of radionuclide transport from soil into the above-ground plant weight is put to light. The significance is shown for the local amelioration technique as the gear of the ecology conditions improvement on the radioactively contaminated territories.

Ключові слова: ґрунти, радіонукліди, окультурювання, технології, добрива, меліоранти.

Вступ. Серед природних об'єктів, внаслідок катастрофи на Чорнобильській атомній електростанції, найбільшого радіаційного навантаження зазнали ґрунти і ґрунтовий покрив. Зазначимо, що після двадцятип'ятирічного терміну, який минув з моменту Чорнобильської трагедії, ситуація на сільськогосподарських об'єктах в цілому суттєво покращилась. Це обумовлено наступними чинниками: розсіюванням радіонуклідів у просторі; майже половинним розпадом основних радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr ; зв'язуванням радіонуклідів ґрунтовими складовими тощо. Разом з цим в Україні найбільш забрудненими як за щільністю, так і за площею, до теперішнього часу залишаються території Київської, Житомирської, Чернігівської, Рівненської, Волинської, Черкаської та Вінницької областей.

Основним джерелом надходження радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію є ґрунтовий покрив, який, залежно від буферних властивостей, здатний акумулювати частину радіонуклідів або навпаки, віддавати їх в оточуюче середовище.

Серед найбільш вразливих мінеральних ґрунтів в зоні Полісся залишаються й дерново-підзолисті ґрунти легкого гранулометричного складу (піщані і супіщані), які через недостатнє забезпечення поживними речовинами, зокрема калієм та кальцієм, низькому вмісті трьохшарових глинистих мінералів, кислій реакції ґрунтового розчину тощо мають високий коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослинність. Тобто, у цих ґрунтах послаблені процеси необхідного поглинання радіонуклідів ґрунтом та відсутні антагоністи накопичення радіонуклідів у рослинах. Зважаючи на вищенаведене у даній статті розглянуто ефективність застосування на радіоактивно забрудненому ґрунті технології локального окультурювання.

Об'єкти і методи. Встановлення впливу

локального окультурювання радіаційно забрудненого дерново-середньопідзолистого супіщаного ґрунту на поведінку радіонуклідів (на прикладі ^{137}Cs) у системі “ґрунт-рослина” здійснено нами у дрібноділянковому польовому досліді на землях Інституту сільського господарства Полісся УААН (с. Неміровка, Коростенський р-н) сумісно із співробітниками відділу землеробства і меліорації цього інституту. Дослідження виконувались в рамках виконання НТП “Родючість і охорона ґрунтів. Розробити технології збереження і раціонального використання ґрунтів і їх родючості”. Дослід проведено на типовому для Полісся дерново-середньопідзолистому супіщаному ґрунті, який характеризується низьким вмістом гумусу (1,0-1,1 %), підвищеною кислотністю (рН сол. – 4,7; гідролітична кислотність 2,4 мекв/100 г ґрунту). Вміст рухомого фосфору і калію (за Кірсановим) відповідно, 6-7 і 9-11 мг/100 г ґрунту. Щільність забруднення дослідної ділянки ізотопами цезію становила 185-222 кБк/м² (5-6 Кі/км²). Питома активність ^{137}Cs у 0-10 см шарі ґрунту становила 450 Бк/кг ґрунту. Питома активність ^{137}Cs у 0-10 см шарі ґрунту становила 450; 10-20 см – 437; 30-40 см – 57 Бк/кг ґрунту.

Застосовано гній, звичайний суперфосфат, калімагнезію, мергелізовані вапняки. За традиційною і підтримувальною технологіями добрива і меліоранти внесено врозкид, окремо одне від одного, а за технологією локального окультурювання у вигляді комплексного органіко-мінерального добрива (КОМД) – локально у підорний шар ґрунту. Варіанти дослідів: 1) контроль, без добрив; 2) традиційна технологія, гній 50 т/га + $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ + CaCO_3 5 т/га (врозкид); 3) ресурсозбережувальна технологія (підтримувальне окультурювання), гній 10 т/га + $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ + CaCO_3 1 т/га (врозкид); 4) ресурсозбережувальна технологія локальної меліорації, КОМД локально, на

глибини 25-30 см. Склад КОМД становив: гній 10 т/га + $P_{60}K_{60}$ + $CaCO_3$ 1 т/га. Дослід закладено у шестикратній повторності.

Відбір зразків на лабораторно-аналітичні дослідження та окремі види аналізів виконано згідно існуючих стандартів та тимчасово атестованих методик. Визначення активності радіоцезію у рослинах проведено на гамма-спектрометрі СЕГ-001.

Результати і їх обговорення. Ефективним заходом зниження переходу радіоактивних ізотопів стронцію і цезію у сільськогосподарську продукцію є хімічна меліорація сільськогосподарських угідь, в першу чергу, вапнування і внесення підвищених доз калійних і фосфорних добрив [1]. Радіопротекторна дія меліорантів і добрив залежить від їх здатності фіксувати радіонукліди і тим самим перешкоджати надходженню їх у рослини. Даний процес також зумовлений ефектом “антагонізму і синергізму” у ґрунтовому розчині. Наприклад, один із механізмів впливу кальцієвмісних меліорантів на надходження радіостронцію в рослини полягає у збільшенні рухомого кальцію у ґрунті, що призводить до зміни співвідношення стронцію і кальцію на користь останнього. Схожий механізм спостерігається і щодо впливу калію на радіоцезій. Тобто, при низькому або недостатньому вмісті у ґрунті кальцію та калію спостерігається підвищене надходження до рослин радіостронцію та радіоцезію. Ефективність меліоративних і агротехнічних заходів на ґрунтах з високим рівнем радіаційної активності істотно підвищується при застосуванні нових перспективних агротехнологій їх окультурювання, які здатні суттєво знизити накопичення радіонуклідів у вирощуваній рослинницькій продукції.

Для поліпшення агроекологічної ситуації на радіоактивно забруднених ґрунтах запропоновано вносити на кожний гектар добрива і меліоранти у такій кількості: вапнякових меліорантів по 5-6 тонн кожні два – три роки, подвійного суперфосфату по 500-600 кг та калійних солей по 400-500 кг кожний рік [2]. Внесення органічних добрив запропоновано вносити тільки після перевірки їх на вміст радіонуклідів, при цьому забороняється внесення минулорічного гною. Завдяки цим агрозаходам перехід радіонуклідів у продукцію можна зменшити у декілька разів [1-3]. Але ж через брак коштів на теперішній час ці рекомендації у повному обсязі майже не виконуються.

У вирішенні зазначених проблем слушним і своєчасним є залучення сучасних ресурсозберезувальних та енергозберігаючих технологій, у тому числі технології локального окультурювання ґрунтів [4]. Передумовою застосування технології локального

окультурювання ґрунтів на забруднених радіонуклідами ґрунтах є припущення, що воно безумовно сприятиме покращенню агроекологічної ситуації на радіоактивно забруднених територіях. Справа в тому, що у локальних осередках містяться фізіологічно активні речовини гумусової природи які сприяють адаптації рослин до іонізуючого випромінювання [5].

Як свідчать результати досліджень, локальне окультурювання забрудненого ґрунту, як один із заходів зі зменшення надходження радіонуклідів до рослин, практично не поступається традиційній технології окультурювання ґрунту, а в деяких випадках навіть має переваги.

Встановлено, що у насінні люпину, яке було отримано за технологією локального окультурювання активність радіоцезію знизилася в 2,3 рази у порівнянні з контролем, а при застосуванні традиційної технології лише в 2,0 рази (див. рисунок). Ефективність локального внесення добрив продовжується протягом трьох років, завдяки чому знижується накопичення радіонуклідів у товарній і побічній продукції рослинництва. Застосування технології локального окультурювання зменшує надходження радіоцезію порівняно з контролем в насіння віко-вівса у 1,5 рази, тоді як традиційної лише в 1,1 рази.

Сіно віко-вівсу, отримане за технологією локального окультурювання, виявилось у 1,4 рази чистішим щодо вмісту ^{137}Cs , ніж сіно, яке було отримано за звичайною традиційною технологією.

Зазначена ефективність технології локального окультурювання ґрунту обумовлена створенням особливих комфортних умов для розвитку кореневої системи рослин у майже незабруднених, збагачених на поживні речовини, органіку та глиняні мінерали, ґрунтових осередках. У локальних стрічках, завдяки внесенню комплексного органо-мінерального добрива, досягають оптимізації кислотно-основної рівноваги (рН водн. 5,5-5,6), що перешкоджає утворенню рухомих форм радіонуклідів. Завдяки зосередженню більшої частини активних поглинальних коренів рослин у локальних зонах, вони отримують поживу із відносно вільних від радіонуклідів осередків ґрунту, що суттєво позначається на їх зростанні та якості. Тобто скорочення загального об'єму активної поглинальної зони, а також відносна „чистота” самого локального осередку дозволяє отримувати більш якісну рослинницьку продукцію. Зменшення надходження радіонуклідів у рослинницьку продукцію, яка вирощується на ґрунтах з підвищеним рівнем радіаційного фону, за допомогою технології локального окультурювання обумовлено й зосередженістю у ґрунтовому

середовищі в локальних стрічках елементів-антагоністів радіонуклідів кальцію і калію, які містяться у складі КОМД.

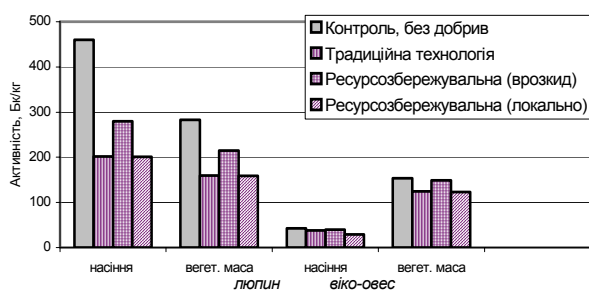


Рис. Вплив способів внесення добрив у радіаційно забруднений дерново-підзолистий супіщаний ґрунт на накопичення ¹³⁷Cs у сільськогосподарській продукції

Дуже важливим є й те, що між ступенем і інтенсивністю поглинання радіонуклідів ґрунтом і накопиченням їх рослинами існує обернена залежність, тобто фактори, які обумовлюють більш повне поглинання радіонуклідів ґрунтовым середовищем, сприяють меншому накопиченню їх у рослинах.

В подальшому при поступовому забрудненні радіонуклідами відносно чистих локальних осередків, саме завдяки зосередженню органіки і інших добрив і меліорантів, радіоізотопи становляться менш рухомими і відносно недоступними рослинам. Це може бути пояснено тим, що штучно створений у стрічках ґрунтового-поглинальний комплекс не тільки перешкоджає вилугуванню поживних елементів з ґрунту, але й діє як конкурент кореневої системи рослин при засвоєнні ними радіонуклідів.

У випадку дискретного, або нерівномірного розподілу радіоізотопів у ґрунті, створення ефективних локальних зон кореневого живлення ще більше знижує поглинання радіонуклідів рослинами, тому що вірогідність співпадання радіоактивних зон з локальними відносно низька.

Також можна передбачати, що застосування технології локальної меліорації на радіоактивно забруднених ґрунтах, завдяки зменшенню ерозійних процесів (лінійної та вітрової ерозії) за рахунок обробітку ґрунту, сприятиме значно меншому виникненню радіаційного пилу і, в цілому, слугуватиме покращенню агроекологічної ситуації. Справа в тім, що технології локального окультурювання за своєю сутністю притаманні ґрунтозахисні властивості – обробіток і внесення добрив без обертів пласту ґрунту.

Таким чином, зменшення надходження

LOCAL AMELIORATION OF SOIL – AN EFFICIENT WAY OF REDUCING THE RADIONUCLIDE INTAKE BY PLANTS

U.L. TSAPKO

National scientific center "Institute for soil science and agrochemistry research named for O.N. Sokolovskiy"

Key words: soils, radionuclides, amelioration, techniques, fertilizers, ameliorants.

радіонуклідів у рослинницьку продукцію, яка вирощується на ґрунтах з підвищеним рівнем радіаційного фону, за допомогою технології локального окультурювання обумовлено наступними факторами: оптимальною кислотно-лужною рівновагою локальних ґрунтових осередків; зосередженню у ґрунтовому середовищі локальних стрічок елементів-антагоністів (кальцій, калій) радіонуклідів; оптимізацією вмісту поживних речовин у локальних зонах; підвищенням іммобілізаційної (поглинаючої) буферної здатності локальних осередків.

Підсумовуючи вищезазначене, можна стверджувати, що локальна заробка добрив та кальцієвісних меліорантів на глибину 25-30 см є одним із способів гальмування процесу надходження радіонуклідів у рослини і дозволяє отримувати відносно чисту продукцію з одночасною економією енерго- та матеріальних ресурсів. Застосування технології локального окультурювання є дуже важливим агрозаходом у покращенні екологічної ситуації екологічної ситуації а радіоактивно забруднених землях.

Висновки. Встановлено, що локальне окультурювання радіоактивно забруднених дерново-підзолистих глейових ґрунтів переважає традиційну технологію у гальмуванні процесів надходження радіонуклідів у продукцію рослинництва. Застосування технології локального окультурювання зменшує вміст радіоцезію порівняно з контролем у насінні віко-вівса і люпину, відповідно у 1,5 і 2,3 рази, тоді як традиційної – лише в 1,1 рази і 2,0 рази.

Список літератури.

1. Пристер Б.С., Лоцилов Н.А., Поярков В.А. Основы сельскохозяйственной радиологии. – К.: Урожай, 1988. – 256 с.
2. Надточий П. П., Малиновський А. С., Можар А. О., Лазарев М. М., Кошнарв В. О., Мельник А. І. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (Сільське та лісове господарство) Київ "Світ", 2003, 372 с.
3. Рудая С.М. Особенности сорбции радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr основными почвами Белорусского Полесья: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.03 "агропочвоведение, агрофизика" /О.И. Рудая – Минск, 2003. – 22 с.
4. Трускавецький Р.С. Локальне окультурювання – ефективний прийом відтворення родючості ґрунту / Р.С. Трускавецький, Ю.Л. Цапко, С.І. Христенко, О.І. Маклюк, В.М. Калініченко // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2005. - Вип. 66. – С. 37-43.
5. Трускавецький Р.С. Агроекологічна та енергетична оцінка технологій локального окультурення дерново-підзолистих ґрунтів / Р.С. Трускавецький, Ю.Л. Цапко, Н.Ф. Чешко // Вісник львівського державного аграрного університету. – Львів. –2002. – Агрономія № 6. – С. 11-17.

Одержано редколегією 16.11.2010

БІОСФЕРНА ПАРАДИГМА ГРУНТОЗНАВСТВА

рецензія на монографію «Педосфера Землі»
В.М.Корсунова, Е.Н.Красехи: Улан-Удэ: Издательство бурятского научного центра СО РАН,
2010. – 471 с.



Якою б не була науково-технічна забезпеченість людства, все необхідне для підтримання життя людина бере з природи. Лев Гумільов визначив людину як кінцеву ланку трофічного ланцюга заселеного біоценозу: «...Організм людини входить в біосферу Землі та бере участь в конверсії біоценозу...». Ґрунт

вже понад 6000 років разом з повітрям і водою підтримує життєдіяльність людини та соціуму. Поступово, за понад 100 років розвитку ґрунтознавства, приходить усвідомлення ґрунту як невід'ємної, необхідної, незамінної підсистеми біосфери. Власне треба говорити про повернення до такого розуміння місця ґрунтового покриву, бо В.В.Докучаєв та його учень В.І.Вернадський (зауважимо – без емпіричної бази даних) були переконані в єдності та взаємозалежностях (взаємовпливах) біосфери та ґрунтів.

Тривалий час ґрунтосферу сприймали як існуючий *in loco* та *in statu quo ante* об'єкт. Аж поки господарювання людини вже на етапі перших землеробів не завершилось цілковитою деградацією освоєних ґрунтів, які не тільки втратили родючість, але й перестали виконувати свої функції. Зовсім несподівано людина виявила – те, що здавалося непорушним і вічним (і лежить під ногами) має свою межу «міцності». Причому відновити початкову, до розвитку освоєння, родючість ґрунтів виявилось надто складно, часто неможливо. Виникли серйозні проблеми (зараз їх називають глобальними), бо різні культури, народи та етноси поставали перед вибором загибелі або міграції для забезпечення свого існування. Через те, що родючі землі вже були заняті, деградація ґрунту ставала причиною військових конфліктів. Отже, зниження родючості та стан ґрунтів загалом ставали причиною активізації народів, тобто їх пасіонарності. Останню В.І.Вернадський пояснював як ефект енергії живої речовини планети.

Ось такі відомості та без сумніву нові для багатьох читачів дані про роль і місце ґрунтів у біосфері та соціосфері аналізуються в монографії. Саме такий аналіз автори проводять в останньому четвертому розділі (даруйте, що розпочав саме з останнього розділу), який на загал присвячений «еволюції» екологічних криз за час існування людини на Землі.

Саме на планеті, бо ми зустрінемо характеристику про розвиток культури землеробства всіх материків. Опис землеробських культур всіх часів і народів цікавить не тільки власне природознавців, але й, безумовно, спеціалістів в галузі історії.

Важливо, що проблеми сучасного землеробства, які завжди є глобальними (про це свідчить ріст дефіциту продовольства у світі та збільшення кількості голодуючих на Землі), оцінюються з точки зору ґрунтознавців. Їхня роль у вирішенні вказаних проблем зростає і навіть стає визначальною для продовольчої безпеки людства. Додавлю від себе – в цьому колосальна історична перспектива й нашої держави, за умов підтримки науки про ґрунти. Відповідно, монографія вельми корисна не лише для науковців, а й для управлінців та практиків, у центрі уваги яких перебувають ґрунти як безпосередньо, так й опосередковано, тобто всіх причетних до агропробудництва.

Отже, цілісність біосфери і роль в ній педосфери (автор рецензії в українській науковій мові підтримує дефініцію «ґрунтосфера», проте вважає за доцільне застосовувати у своєму аналізі використаний В.М.Корсуновим та Є.Н.Красехою термін російською мовою) постійні, змінюється тільки підходи людини в кожній конкретній епосі та розуміння цих надскладних систем.

Важливо, що концептуальною ідеєю монографії є не педосфера як така, а її місце та роль на планеті, а значить, її зв'язки з іншими сферами, їхні взаємодії, динаміка підсистем і систем та наслідки еволюції загалом. Саме це заставляє задуматись і ймовірно одержати деякі відповіді на питання: «Якими повинні бути дії природознавця за умов перманентної екологічної кризи?» Як уберегти педосферу, біосферу та Землю при впливі глобальних проблем? Зрештою, куди ми рухаємось, який тренд розвитку ґрунтового покриву планети, тобто дати прогноз ситуації на майбутнє.

Геосферний підхід має тривалу історію та визнаних adeptів. Їхнє розуміння геосфер Землі, насамперед біосфери, узагальнюється в першій частині монографії, що так і називається «Геосфери Землі». Спочатку автори оцінюють розвиток «сферної» парадигми від давніх донаукових уявлень до нашого часу. Основне місце тут займає біосфера та жива речовина як така, причому нерівномірність поширення організмів (передумова диференціації ґрунтового покриву) аналізується в біогеохімічному контексті. Диференціація біосфери за густотою життя – не випадковість у планетарному розумінні, а результат конкретного поєднання умов в їх еволюційному розвитку від виникнення життя до тепер. Отже, генезис ґрунтів як природно-історичних тіл відбувався під визначальним впливом енергії живих організмів. Розділ завершується загальною характеристикою біокосних (біобезживних) об'єктів. Очевидно, що

формування В.І.Вернадським вчення про біокосні системи не могло відбуватися в 1960-х роках, тут автори мають на увазі час видання відповідних праць геніального вченого.

Основне місце в другому розділі займає системний аналіз історії розвитку власне педосфери. Її еволюція, переконані автори, невідривно пов'язана з динамікою всіх геосфер, проте тільки виникнення життя і розвиток біосфери дали початок ґрунтовому покриву.

Тобто біологічний слід при рівнозначності чинників ґрунтоутворення виявляється найвагоміше. Формування педосфери нерозривний з біогеохімічними циклами процес. Власне, на думку рецензента, всі сучасні екологічні проблеми зводяться до того або іншого порушення біогеохімічних кругообігів.

Важлива й оцінка умов педогенезу на різних етапах еволюції планети. Та більш вагоме – формування в читачів думки про глобальні наслідки антропогенного впливу на стабільні тривалий час (десятки мільйонів років) планетарні цикли речовини й енергії.

Не меншу зацікавленість в біологів (ботаніків) матиме аналіз еволюції рослинності та відповідність історії розвитку педосфери за етапами (в геохронологічній шкалі, наведеній авторами – епохами) саме в біосферному розумінні. Останній ноосферний етап, тобто антропогенна педосфера характеризується в четвертому розділі.

Новим, досить дискусійним, що на загал важливо для монографії, є опис структури педосфери. Цілком доцільний поділ педосфери на 2 яруси: власне ґрунтовий покрив (профільний ярус) та підґрунтя. До останнього автори відносять кору вивітрювання (ця частина геології в сучасній науці, безумовно, важливіша для ґрунтознавців, ніж для власне геологів), поховані ґрунти і осадові породи («...сліди колишніх педосфер»), тобто все, що приурочене до зони гіпергенезу. Неоднозначне включення до педосфери першого від поверхні водоносного горизонту. Навіть чисто фізично він може розміщуватися на глибині в десятки метрів, що буде далеко за межами підґрунтя та поза впливом біоти. Крім того, гідрологи переконані, що це – частина гідросфери, розміщена на контакт з педосферою. Остання – це контактова сфера як така, де перетинаються всі геосфери своїми відповідними частинами, тобто тут ми знову повертаємося до першого розділу і підтверджуємо глобальну роль педосфери, як інтерфейсу взаємодії літосфери, гідросфери, атмосфери, біосфери та ноосфери. В цьому і важливість знань про педосферу для всіх спеціалістів у галузі наук про Землю і про життя.

Дискусійним, на наш погляд, є розміщення глави 11 третього розділу – «Екологічні функції педосфери». Дискусійне тому, що цей підрозділ монографії істотно може посилити і перший розділ, і останній, тобто власне останніми рядками в цій книзі можуть бути характеристики глобальних функцій ґрунтового покриву.

На думку рецензента, третя частина могла б мати назву «Біогеохімія педосфери» (а не «Геохімія педосфери» як в дійсності). Автори почали її з глави «Біогеохімічний кругообіг речовин в біосфері» разом із зональним аналізом біогеохімічних циклів конкретних хімічних елементів. Наступний підрозділ цієї частини – характеристика гумусової речовини як унікальної субстанції – також біогеохімічний. Здається, тільки процеси вивітрювання є геохімічними, проте й тут участь живої речовини настільки потужна та всеосяжна (дослідження кріосфери планети виявляють живі організми), що сміливо можна говорити саме про біогеохімію й цього процесу.

Рецензент може узагальнити й так: хімічний склад живої, неживої і біокосної матерії безпосередньо пов'язаний у біосфері, всі частини якої (педосфера насамперед) взаємозв'язані та взаємообумовлені, як єдина система. А вузлом взаємодії і взаємопроникнення біогеохімічних кругообігів (участь живої речовини в усіх цих процесах неможливо нівелювати, як неможливо й ігнорувати) є педосфера. Отже, просторово-часова організація геоекосистем забезпечується ґрунтовим покривом.

Ґрунт стабілізує еколого-біогеохімічний статус екосистем всіх рівнів. Таким чином, визначення «геохімія» щодо біокосних тіл неповне (не завершене), а найоптимальніше сутність педосфери відображає, переконаний, термін «біогеохімія». Пріоритет цієї дефініції пояснюється, по-перше, тим, що ґрунт завжди містить певну кількість органічної речовини. По-друге, у ґрунтах завжди відбувається біогенна міграція, а по-третє, генезис ґрунту неможливий без участі живих організмів. Тобто педосферу неможливо відділити від біоти, яка одночасно є і чинником, і функцією педогенезу і в цьому випадку необхідно говорити про їх коеволюцію.

Завершується монографія, цілком доречно, аналізом можливостей переходу до ноосферного шляху розвитку педосфери. Ноосферного в початковому розумінні цього терміну, запропонованого В.І.Вернадським. Він щиро вірив у розум людини, в її здатність перейти до розумного використання природних ресурсів, за якого біосфера зберігатиме свій потенціал. Споживацтво, як підтвердила сучасна економічна криза, шлях в нікуди – до руйнації біосфери та й планети загалом. Вихід з кризи – в переході до співжиття людини з всіма живими організмами, до збереження природних ареалів за рахунок ефективного господарювання (ноосферного) на вже освоєних територіях. Саме такій біосферній парадигмі ґрунтознавства присвячена монографія. І важливо, щоб цю книгу помітив весь науковий загал держави, бо ґрунтознавці, без сумніву, сприймуть рецензовану монографію саме в такому контексті.

*Професор кафедри ґрунтознавства Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича,
д.б.н. Ю.М. Дмитрук*

ЗМІСТ

БІОХІМІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ, МОЛЕКУЛЯРНА ГЕНЕТИКА

М.Д. КУРСЬКИЙ, М.М. МАРЧЕНКО, О.М. КОРЖЕНКО БІОХІМІЯ МІЖКЛІТИННОГО МАТРИКСУ	M.D. KURSKIY, M.M. MARCHENKO, O.M. KORZHENKO INTRACELLULAR MATRIX BIOCHEMISTRY	3
І.О. ШМАРАКОВ, М.М. МАРЧЕНКО, Ю.П. МУХА, Н.П. СМІРНОВА, Г.М. ЄРЕМЕНКО ЦИТО- І ГЕНОТОКСИЧНИЙ ВПЛИВ КОЛОЇДНИХ НАНОПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ АГ ТА АУ НА ПЕРВИННІ КУЛЬТУРИ КЛІТИН	I.O. SHMARAKOV, M.M. MARCHENKO, YU.P. MUKHA, N.P. SMIRNOVA, G.M. EREMENKO CYTO- AND GENOTOXIC INFLUENCE OF COLLOIDAL AG AND AU NANOPREPARATIONS ON PRIMARY CELL CULTURES	13
Ю.О. ТИНКЕВИЧ, П.О. МЕЛЬНИК, Р.А. ВОЛКОВ ЗАСТОСУВАННЯ 5S РДНК ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДИКИХ ТА КУЛЬТУРНИХ ФОРМ ПІДРОДИНИ <i>MALOIDEA</i>	Y.O. TYNKEVICH, P.O. MELNIK, R.A. VOLKOV APPLICATION OF 5S RDNA FOR MOLECULAR IDENTIFICATION OF WILD AND CULTIVATED FORMS IN SUBFAMILY MALOIDEA	21
Г.П. КОПИЛЬЧУК, І.О.ШМАРАКОВ, І.М. БУЧКОВСЬКА, А.О. РИБЕНЧУК NO-СИНТАЗНА АКТИВНІСТЬ У КЛІТИНАХ ПЕЧІНКИ МИШЕЙ ЗА УМОВ РІЗНОЇ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ВІТАМІНОМ А	G.P. KOPYLCHUK, I.O. SHMARAKOV, I.M. BUCHKOVSKA, A.O. RYBENCHUK NO-SYNTHASE ACTIVITY IN MICE LIVER CELLS UNDER DIFFERENT VITAMIN A PROVISION	25
Ю.С. СУХАРЄВ, С.О. ГУЖВИНСЬКА, С.Ю. СУХАРЄВ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТЕРОТОКСИГЕННИХ <i>ESCHERICHIA COLI</i> НЕ-СПЕЦИФІЧНИМ КЛІТИННИМ БІОСЕНСОРОМ НА ОСНОВІ ІН-ФУЗОРІЙ <i>STYLOMCHIA MYTILUS</i>	Y.S. SUHAREV, S.A. GUZHVINSKA, S.Y. SUHAREV METOD AUTHENTICATION OF ENTEROTOXIGENYC <i>ESCHERICHIA COLI</i> BY HETEROSPECIFIC CELLULAR TOUCHCONTROL ON BASIS OF INFUSORIA <i>STYLOMCHIA MYTILUS</i>	29
Л.Ф. ДЬЯЧЕНКО, Т.Г. АЛЕКСЕЄВА, В.Н. ТОЦКИЙ, В.А. ТОПІКОВ ЕКСПРЕССИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ОКСИ-ДОРЕДУКТАЗ И ЭСТЕРАЗ В ТКАНЯХ СЕМЯН И ЛИСТЬЕВ <i>GINKGO BILOBA</i>	L.F. DIACHENKO, T.G. ALEKSEYEVA, V.N. TOTSKEY, V.A. TOPTIKOV THE EXPRESSION OF SOME OXIDOREDUCTASES AND ESTERASES OF <i>GINKGO BILOBA</i> SEEDS AND LEAVES	33

ЕКОЛОГІЯ

В.В. БАЛЬКОВСЬКИЙ, Г.А. ЛИСАК ФІТОІНДИКАЦІЙНІ РЯДИ ВИДІВ-ТЕСТЕРІВ В ОЦІНЦІ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ	V.V. BALKOVSKIY, G.A. LYSAK PHYTOINDICATION ROWS OF SPECIES-TESTERS IN ESTIMATION OF ECOLOGICAL CONDITIONS	40
А.І. БАБИЦЬКИЙ, Н.М. ТРОФИМЕНКО ОКРЕМІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ МАЛОПОШИРЕНИХ АЗІЙСЬКИХ ІН-РОДУЦЕНТІВ РОДИНИ <i>ROSACEAE</i> JUSS. В ПРАВОБЕРЕЖ-НОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	A.I. BABYTSKIY, N.M. TROFIMENKO SOME INVESTIGATIONS OF RESISTANCES OF ASIAN SELDOM OCCURRED ALIEN CROPS OF <i>ROSACEAE</i> JUSS. FAMILY IN RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE	46
Н.О. ВОЛОШИНА, П.Я. КІЛОЧИЦЬКИЙ ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ПАРАЗИТАРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ	N.O. VOLOSHYNA, P.Y. KILOCHYTSKIY ECOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION OF PARASITIC POLLUTION IN THE UR-BANIZED TERRITORIES	50

БОТАНІКА. ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОТИ І БІОРЕСУРСІВ

Д. ПІФКО, М. ШЕВЕР АВТЕНТИЧНІ МАТЕРІАЛИ ВИДІВ РО-ДУ <i>CYTISUS</i> В ГЕРБАРІЇ ЧЕРНІВЕЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМ. Ю. ФЕДЬКОВИЧА (CHER)	D. PIFKÓ, M. SHEVERA TYPE AND AUTHENTIC SPECIMENS OF TAXA OF <i>CYTISUS</i> S.L. IN THE HERBARIUM OF Y. FED'KO VYCH CHERNIVTSI NATIONAL UNIVERSITY (CHER)	54
С.М. ЗИМАН, О.Д. БУЛАХ, Н.Г. ДРЕМЛЮГА, А.Ф. ГАМОР, М.І.ВОЛОШЧУК ПРО РІДКІСНІ РОСЛИНИ Й ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ «ГОРЯЧИХ ТОЧОК» ЯК ОСЕРЕДКІВ ФІТОРІЗНОМА-НІТТЯ У ВИСОКОГІРНІЙ ФЛОРИ СВИДОВЦЯ (НА ПРИКЛАДІ ВЕРШИННИ БЛИЗНИЦІ ТА «КОМИНІВ» ДРАГОБРАТУ	S.M. ZIMAN, O.V. BULAH, N.G. DREMLIUGA, A.F. HAMOR, M.I. VOLOSHCHUK ABOUT RARE PLANTS AND COMPARATIVE ANALYSIS OF «HOT SPOTS» AS PHYTODIVERSITY CENTRES IN THE HIGH-MOUNTAIN FLORA OF THE SVIDOVETS (BLIZNITSIA-DRAGOBRAT)	58
Л.Г. ЛЮБІНСЬКА, І.О. ОДУКАЛЕЦЬ, М.М. МУСІЄНКО ОСОБЛИВОСТІ НАСАДЖЕНЬ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. В НПП «ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»	L.G. LYUBINSKA, I.O. ODUCALETZ, M.M. MUSIENKO PECU-LIARITY OF <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. PLANTING IN NNP «PO-DILSKI TOVTRY»	63
А.І. ТОКАРЮК, О.Д. ВОЛУЦА ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСО-БЛИВОСТІ ПОПУЛЯЦІЙ <i>LIMONIUM GMELINII</i> (WILLD.) O. KUNTZE (<i>LIMONIACEAE</i>) У ЧЕРНІВЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	A.I. TOKARYUK, O.D. VOLUTSA ECOLOGICAL AND COENOTICAL PECULIARITIES OF <i>LIMONIUM GMELINI</i> (WILLD.) O. KUNTZE (<i>LI-MONIACEAE</i>) ON THE TERRITORY OF CHERNIVTSY REGION	67

ГРУНТОЗНАВСТВО

Ю.М. ДМИТРУК, О.В. СТУЖУК МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРС-ПЕКТИВИ ЗАСТОСОВУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ПЛАСТИКИ РЕ-ЛЬЄФУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УРБОЛАНДШАФТІВ	Y.M. DMYTRUK, O.V. STUZHUK OPPORTUNITIES AND PROS-PECTS USE OF LANDFORM PATTERN MODELS FOR LAND-USE OPTIMIZATION IN URBAN LANDSCAPE	72
О.В. ЛОБОВА ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВМІСТУ ФОРМ КАЛІЮ В ЧОРНОЗЕМАХ ТА БУРОЗЕМАХ	O.V. LOBOVA COMPARATIVE ANALYSIS POTASSIUM CONTENT OF FORMS BLACK SOILS AND BUROZEMS	76
І.С. СМАГА, Т.І. ЦВИК ВПЛИВ СПОСОБІВ ЗЕМЛЕВИКОРИСТАННЯ ТА УМОВ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОСЛИН-НОГО ОПАДУ НА КИСЛОТНО-ОСНОВНУ РІВНОВАГУ БУРУВАТО-ПІДЗОЛИСТИХ ОГЛЕСНИХ ГРУНТІВ	I.S. SMAGA, T.I. TSVYK IMPACT OF LAND USE AND METHODS OF PLANT TRANSFORMATION CONDITIONS PRECIPITATION OF ACID-BASE BALANCE BROWNISH -PODZOLIC GLEYED SOILS	79

КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

К.В. КОРЖАН, В.В. БУДЖАК, І.І. ЧОРНЕЙ МЕТОДИКА КАРТУВАННЯ ВИДІВ УРБАНОФЛОРИ ЧЕРНІВЦІВ	K.V. KORZHAN, V.V. BUDZHAK, I.I. CHORNEY THE METHOD OF MAPPING CHERNIVTSY URBANFLORAS' SPECIES	84
Л.М. НЕЖИГАЙ, Т.М. ЧЕЧЕНЄВА ВАРІЮВАННЯ ВИСОТИ І КУЩИСТОСТІ ГІБРИДІВ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ	L.M. NEZHIGAI, T.M. CHECHENEVA HEIGHT AND BUSHINESS VARIATION OF HYBRIDS F ₁ SOFT WINTER WHEAT	86
М.В. ВЕЛИЧКО, Н.О. ПУШКАРЬОВА КАРИОТИПІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ ВИДІВ СУДИННИХ РОСЛИН ФЛОРИ БУКОВИНИ	M.V. VELICHKO, N.O. PYSHKAREVA CARYOTOPICAL CHARACTERISTIC OF SOME SPECIESOF VASCULAR PLANTS FROM BUKOVINA	89
Ю.І. ЦАПКО ЛОКАЛЬНЕ ОКУЛЬТУРЮВАННЯ ГРУНТУ – ЕФЕКТИВНИЙ ШЛЯХ ЗМЕНШЕННЯ НАДХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ДО РОСЛИН	U.I. TSAPKO LOCAL AMELIORATION OF SOIL – AN EFFICIENT WAY OF REDUCING THE RADIONUCLIDE INTAKE BY PLANTS	91
БІОСФЕРНА ПАРАДИГМА ГРУНТОЗНАВСТВА	BIOSPHERE PARADIGM OF SOIL SCIENCE	94