

Національна академія наук України
Інститут молекулярної біології і генетики
Українське товариство генетиків і селекціонерів
ім. М.І. Вавилова

ФАКТОРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ ОРГАНІЗМІВ

**ФАКТОРЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
ЭВОЛЮЦИИ ОРГАНИЗМОВ**

**FACTORS IN EXPERIMENTAL
EVOLUTION OF ORGANISMS**

Збірник наукових праць

Видається з 2003 р.

ТОМ 20

Присвячено

50-річчю від часу заснування УТГіС ім. М.І. Вавилова

Київ – 2017

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор **В.А. Кунах**

Заступник головного редактора **Н.М. Дробик**

І. В. Азізов (Азербайджан)	І.С. Карпова	М.А. Пілінська
А. Атанасов (Болгарія)	А. В. Кільчевський (Білорусь)	В.Г. Радченко
Я.Б. Блюм	І.А. Козерецька	С.Ю. Рубан
Р.А. Волков	В.А. Кордюм	А.А. Сибірний
Т.К. Горова	О.І. Корнелюк	В.А. Сідоров (Україна–США)
Н.Г. Горovenко	М.В. Кучук	О.О. Созінов
В. А. Драгавцев (Росія)	Л.Л. Лукаш	Т.К. Терновська
О.В. Дубровна	С.С. Малюта	О.М. Тищенко
Г.В. Єльська	В.Г. Михайлов	Г.Федак (Канада)
	В.В. Моргун	

Відповідальний секретар – **М.З. Мосула**

Адреса редакції:

Інститут молекулярної біології і генетики НАНУ, вул. Акад. Заболотного, 150, Київ, 03680
e-mail: kunakh@imbg.org.ua http://www.utgis.org.ua

Editorial board

Editor-in-Chief **V.A Kunakh**

Deputy editor **N.M. Drobyk**

I. V. Azizov (Azerbaijan)	I.S. Karpova	M.A. Pilinska
A. Atanasov (Bulgaria)	A. V. Kilchevsky (Belarus)	V.G. Radchenko
Ya.B. Blume	I.A. Kozeretska	S.Yu. Ruban
R.A. Volkov	V.A. Kordium	A.A. Sibirny
T.K. Gorova	O.I. Kornelyuk	V.A. Sidorov (Ukraine–USA)
N.G. Gorovenko	N.V. Kuchuk	O.O. Sozinov
V. A. Dragavtsev (Russia)	L.L. Lukash	T.K. Ternovska
O.V. Dubrovna	S.S. Maliuta	O.M. Tyshchenko
A.V. El'ska	V.G. Mykhailov	G. Fedak (Canada)
	V.V. Morgun	

Responsible secretary – **M.Z. Mosula**

Editorial office address:

Institute of Molecular Biology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, 150,
Zabolotnogo street, Kyiv, 03680
e-mail: kunakh@imbg.org.ua http://www.utgis.org.ua

**Затверджено до друку рішенням вченої ради Інституту молекулярної біології
і генетики НАН України (протокол № 10 від 20 червня 2017 р.)**

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія КВ № 20936-10736ПР від 29.08.2014

Ф 18 **Фактори експериментальної еволюції організмів:** зб. наук. пр. / Національна академія наук України, Інститут молекулярної біології і генетики, Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова; редкол.: В.А. Кунах (голов. ред.) [та ін.]. – К.: Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова, 2017. – Т. 20. – 378 с. – ISSN 2219-3782

УДК 575.8+631.52+60](082)

©Українське товариство генетиків
і селекціонерів ім. М.І. Вавилова

- Рабокoнь А.М., Демкович А.Є., Пірко Я.В., Андреев І.О., Парнікоза І.Ю., Козерецька І.А., Кунах В.А., Блюм Я.Б. Поліморфізм довжини інтронів генів β-тубуліну у *Deschampsia antarctica* E Desv. з морської Антарктики 104
- Yushchuk O.S., Ostash B.O., Horbal L.O., Fedorenko V.O. Reconstructing the phylogeny of glycopeptide biosynthetic gene clusters 109

АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ГЕНЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

- Вожегова Р.А., Боровик В.О., Тищенко О.Д., Базалій Г.Г., Кобыліна Н.О., Марченко Т.Ю., Кузьмич В.І., Клубук В.В., Усик Л.О., Куц Г.М., Рубцов Д.К. Аналіз та оцінка генетичних ресурсів рослин Інституту зрошуваного землеробства НААН 116
- Грицак Л.Р., Грицак В.Ю., Крук М.М., Дробик Н.М. Оцінка здатності до накопичення фосфору та нітрогену рослинами *Gentiana lutea* L. залежно від хімічного складу ґрунтів високогір'я Українських Карпат 122
- Громико О.М., Тістечок С.І., Чорнобай В.І., Федоренко В.О. Антагоністичні та рістстимулювальні властивості актиноміцетів, виділених з ризосфери *Thymus roegneri* K. Koch aggr. 129
- Козуб Н.О., Созінов І.О., Созінова О.І., Карелов А.В., Блюм Я.Б. Оцінка зразків *Aegilops biuncialis* Vis. за часом цвітіння 134
- Мірошник Н.В., Тертична О.В. Еволюційні аспекти змін рослинного покриву лісової екосистеми 139
- Молодченкова О.О., Січкара В.І., Картузова Т.В., Безкровна Л.Я., Лихота О.Б., Лаврова Г.Д. Аналіз білкового комплексу та вмісту ізофлавононів насіння сої та нуту в зв'язку з селекцією продовольчого напрямку 145
- Шыш С.Н., Шутова А.Г., Мазец Ж.Э. Влияние 5-аминолевулиновой кислоты на ростовые процессы и гормональный баланс ювенильных растений *Calendula officinalis* L. 150
- Шутова А.Г., Коваленко Н.А., Супиченко Г.Н., Гаранович І.М., Спиридович Е.В. Оптически активные изомеры представителей рода *Pinus* и их применение в хемосистематике 154
- Rabokon A.M., Demkovych A.Ye., Pirko Ya.V., Andreev I.O., Parnikoza I.Yu., Kozeretska I.A., Kunakh V.A., Blume Ya.B. Tubulin genes-introne length polymorphism in *Deschampsia antarctica* Desv. from maritime Antarctic
- Vojegova R.A., Borovyk V.O., Tychenkoo.D., Bazaliy G.G., Kobylina N.O., Marchenko T.J., Kuzmych V.I., Klubuk V.V. Usyk L.O., Kuts G.M., Rubtsov D.K. Analysis and assessment of plant genetic resources of Institute irrigated agriculture of Natl. Acad. Sci. of Ukraine
- Hrytsak L.R., Hrytsak V.Yu., Kruk M.M., Drobyk N.M. The evaluation of *Gentiana lutea* L.' ability to accumulate phosphorus and nitrogen depending on soil chemical composition of highland of Ukrainian Carpathian mountains
- Gromyko O.M., Tistechok S.I., Chornobai V.I., Fedorenko V.O. Antagonistic and plant growth promoting activities of rhizosferic actinomycetes from *Thymus roegneri* K. Koch aggr.
- Kozub N.A., Sozinov I.A., Sozinova O.I., Karelov A.V., Blume Ya.B. Assessment of *Aegilops biuncialis* Vis. accessions for flowering time
- Miroshnyk N., Tertychna O. Evolutionary aspects for plant cover changes forest ecosystems
- Molodchenkova O.O., Sichkar V.I., Kartuzova T.V., Bezkravnaya L.Ya., Lykhota E.B., Lavrova G.D. Analysis of protein complex and isoflavones content of the soybean and chickpea seed in the connection of food direction breeding
- Shysh S.N., Shutava H.G., Mazets Z.E. Effect of 5-aminolevulinic acid on the growth processes and hormonal balance of *Calendula officinalis* L. juvenile plants
- Shutava H.G., Kavalenka N.A., Supichenka H.N., Garanovich I.M., Spiridovich E.V. Optically active isomers of the genus *Pinus* and their application in chemosystematic

ГРИЦАК Л.Р.[✉], ГРИЦАК В.Ю., КРУК М.М., ДРОБИК Н.М.

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Україна, 46027, м. Тернопіль, вул. М. Кривоноса, 2, e-mail: hrytsak1972@gmail.com

[✉]hrytsak1972@gmail.com, (067) 453-94-19

ОЦІНКА ЗДАТНОСТІ ДО НАКОПИЧЕННЯ ФОСФОРУ ТА НІТРОГЕНУ РОСЛИНАМИ *GENTIANA LUTEA* L. ЗАЛЕЖНО ВІД ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ ВИСОКОГІР'Я УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Заміна букових і ялицевих лісів смерековими на північно-східних макросхилах Українських Карпат призвела до зменшення запасу хімічних елементів у фітомасі, їхнього виносу з ґрунту та повернення в ґрунт за рахунок опадів, а, відповідно, й до послаблення біогеохімічного обміну в цілому. За узагальненою оцінкою трансформації параметрів біогеоценотичного покриву цілого північно-східного макросхилу Українських Карпат і Передкарпаття, здійсненою М. А. Голубцем та ін. (2001), сумарний запас фітомаси зменшився від 820,9 млн. т у корінному покриві до 146,4 млн. т – у сучасному, тобто в 5,6 рази, а запас у ній хімічних елементів – у 4,5 рази, поглинання біогеоценотичним покривом променевої енергії зменшилося в гірській частині на 2,5 %. Упродовж останніх десятиліть на екосистеми Українських Карпат збільшилося й рекреаційне навантаження, яке зумовило «рекреаційну дигресію» ґрунтів [5]. Це призвело до зміни щільності поверхневого шару ґрунту, що негативно позначається на його структурі, погіршує водопроникність, ускладнює надходження кисню до коренів рослин, уповільнює життєдіяльність мікроорганізмів, що позначається на їхній біогеохімічній активності. Проведені ще у 1980-х роках дослідження на модельних стежках Карпатського державного природного парку показали, що нормовані рекреаційні навантаження (250-500 проходів) призводять до зменшення вмісту гумусу в бурих лісових ґрунтах з 11,8 до 9 % [5]. Сучасні дослідження стану ґрунтів високогірних екосистем Карпат [5], а також інших гірських систем [19] свідчать про збереження тенденції до зменшення вмісту гумусу в поверхневому шарі ґрунту внаслідок витоупування, спричиненого рекреаційним навантаженням та інтенсивним випасом худоби. Відомо, що гумус є найбільш інтегрованим продуктом ґрунтоутворення, в якому акумулюється нітроген та адсорбуються елементи

зольного живлення рослин [6], тому якісні та кількісні зміни його складу, у свою чергу, супроводжуються порушенням стійкості біохімічних сполук та втратами нітрогену та фосфору [19]. Зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів Українських Карпат може бути однією із причин зникнення зі складу фітоценозів багатьох видів рослин, у тому числі й *Gentiana lutea* L., та перешкодою до успішної реалізації програм з їхньої реінтродукції. Тому метою роботи було дослідження особливостей накопичення фосфору та нітрогену у листках та коренях *Gentiana lutea* L. залежно від хімічного складу ґрунтів високогір'я Українських Карпат.

Матеріали і методи

Дослідження проводили у 2013–2016 рр. з використанням відібраних зразків ґрунтів та рослин (листки та корені) *G. lutea* з різних територій Українських Карпат. Ділянки відбору: Чорногірський хребет: г. Пожижевська (1450 м н.р.м.), пол. Лемська (1700–1800 м н.р.м.), г. Гутин-Томнатик (1850–1950 м.н.р.м.), г. Шешул-Павлик (1400–1700 м.н.р.м.), пол. Рогнеска (1450–1550 м.н.р.м.); Свидовецький хребет: г. Ворожеска (1735 м н.р.м.), г. Трояска-Татарука (1300–1600 м н.р.м.), г. Крачунеска (1500–1730 м н.р.м.); Мармароські Альпи: г. Петрос Мармароський (1550–1725 м н.р.м.), г. Піп Іван Мармароський (1650–1930 м н.р.м.).

Досліджені нами ділянки відбору ґрунтів належать до зони гірсько-лісових буроземів (500–1500 м.н.р.м. – г. Пожижевська) та гірсько-лучних буроземів (вище 1500 м.н.р.м. – усі інші локалітети). Вони характеризуються малопотужним профілем, середнім вмістом гумусу, легко-, середньо- та важкосуглинковим механічним складом, значною щербенистістю тощо [30]. Проби ґрунту відбирали на глибині 0–25 см за методикою [25]. Повітряно висушені зразки

грунту подрібнювали. Грунт ретельно очищали від корінців, розтирали у фарфоровій ступці та просіювали через сито з отворами 1,5–2 мм. Аналіз ґрунтів на вміст органічної речовини проводили за методикою І. В. Тюріна [26]. Визначення $pH_{\text{вод}}$ ґрунтів проводили за [24]. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського [23]. Рухомі сполуки фосфору у ґрунті визначали за методом О. Т. Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА [27] та за модифікованим методом Мачигіна [8]. Масову частку загального азоту у листках і коренях рослин визначали спектрофотометричним методом за ГОСТ 13496.4–93. Визначення фосфору у рослинах проводили після мокрого озолення за ГОСТ 26657–97. Отримані результати опрацьовували статистично [12].

Результати та обговорення

Для верхньої межі лісу в Українських Карпатах, зокрема, Чорногори, властиві низькі середньорічні температури: повітря – $+3,3^{\circ}\text{C}$, поверхні ґрунту — $+2,7^{\circ}\text{C}$, а також надмірна зволоженість клімату, коефіцієнт якої становить 3,5. Період біологічної активності на цій території триває 83 доби, а загальної вегетації — 165 діб [22]. Такі умови відповідають низькій мікробіологічній активності та зумовлюють повільні темпи мінералізації органічної речовини, що призводить до її накопичення у ґрунтах високогірних угруповань [22]. Однак, у науковій літературі існують певні розбіжності щодо вмісту гумусу у буроземах. Так, за одними літературними даними [1], його показники коливаються від 5 % до 15 %, а за іншими [10] – 4,2–6,7 %. На думку С. В. Канівця (2015), такі розбіжності зумовлені відсутністю єдиного підходу до відбору проб ґрунтів на вміст гумусу та змішуванням зразків з гумусового (H) та дерново-гумусового (Hd) горизонтів, що й призводить до завищення цього показника. Оскільки в завдання цього дослідження входило визначення вмісту фосфору та нітрогену на глибині розташування кореневої системи *G. lutea*, то нами було здійснено відбір проб в діапазоні 0–25 см, а не 10–20 см, як пропонує С. В. Канівець (2015).

Як показали результати наших досліджень, вміст гумусу в ґрунтах різних локалітетів *G. lutea* відрізняється (табл. 1). Найвищі його показники виявлено у ґрунтах заповідних територій Карпатського національного природного парку (г. Пожижевська, пол. Лемська) та Карпатського біосферного заповідника (гг. Шешул-Павлик, пол.

Рогнеска, г. Гутин-Томнатик, г. Піп Іван Мармароський, г. Петрос Мармароський), які піддаюся незначному рекреаційному та пасторальному навантаженню. Менший вміст органічних речовин є в ґрунтах свидовецького масиву, які інтенсивно вищипуються через випас худоби. Згідно з дослідженнями А. Г. Сакоян (2009), значне пасторальне навантаження призводить до зміни фізичних параметрів ґрунту та pH , показники якого стають нижчими від норми (4,5–5,0), характерної для буроземів. Відомо, що за значень pH менших від 4,5–5,0 основна маса бактерій практично повністю припиняє свою життєдіяльність. Чутливіми до підвищеного рівня кислотності є також актиноміцети, амоніфікуючі та олігонітрофільні бактерії, окремі представники безхребетних – дощові черв'яки та енхитреїди [22]. За таких умов зростає роль таких мінералізаторів як мікроміцети, кисле середовище (pH 1,5–3,0) для яких не є інгібуючим, а також безхребетних – ногохвістків і кліщів. Тому мікрофлора буроземів представлена, переважно, грибами, співвідношення яких до бактерії становить 70:1 [22]. Це й зумовлює повільні темпи мінералізації органічної речовини, накопичення нерозкладених рослинних решток і формування підстилки на досліджуваних ґрунтах. Аналіз показників $pH_{\text{вод}}$ ґрунтів (табл. 1) показав, що вони є найнижчими саме у локалітетах зі свидовецького масиву. Стосовно вмісту гумусу, то в ґрунті г. Ворожеска (6,93 %) він є дещо вищим, порівняно з гг. Трояска-Татарука (6,5 %) та г. Крачунеска (5,9 %), що, ймовірно, обумовлено зростанням цього показника з висотою над рівнем моря через зниження біологічної активності ґрунтів, погіршення процесу гуміфікації органічних решток та накопичення так званого грубого гумусу [20], який ще називають «групою консервативних сполук». Ці сполуки об'єднують компоненти органічної речовини ґрунту (зрілі гумусові кислоти ґрунту, гумати кальцію, інші органо-мінеральні речовини, гіматомеланові кислоти, гумін), які практично не беруть участі у живленні рослин [4]. Тому, вміст групи «лабільних органічних речовин» у ґрунтах й визначає кількість елементів мінерального живлення рослин, зокрема нітрогену, здатного в найбільшій мірі забезпечувати процеси їхнього росту та розвитку. Незважаючи на наявність у ґрунті різних нітрогеновмісних сполук (гумусу, нітратних та амонійних солей, білків, амінокислот, пептидів, амінів, амідів тощо), про забезпеченість рослин N роблять висновок за

вмістом його мінеральних форм – амонійної та нітратної [9].

Відомо, що мінеральні сполуки нітрогену в буроземах Українських Карпат представлені амонійними формами, процеси нітрифікації в цих ґрунтах пригнічені [18]. Низька інтенсивність нітрифікації (або навіть повна її відсутність) обумовлена дією тих же екологічних факторів, що обмежують і мінералізацію органічної речовини. Крім того, нітрифікуючі бактерії є менш конкурентоспроможними, порівняно з іншими мікроорганізмами, за джерела амонійного нітрогену в умовах обмеженого доступу поживних речовин [14].

Згідно з отриманими нами результатами, вміст амонійних форм нітрогену у досліджених буроземах приблизно у 8–10 разів вищий порівняно із нітратними сполуками (табл. 1). Найвищі показники як амонійного, так й нітратного нітрогену характерні для ґрунтів, що знаходяться в умовах абсолютного заповідання (г. Пожижевська) та помірного пасторального навантаження (пол. Лемська, пол. Рогнеска, г. Шешул-Павлик, г. Петрос Мармароський, г. Піп Іван Мармароський). Однак вміст мінеральних форм нітрогену у досліджуваних буроземах значно менший, порівняно з ґрунтами, розташованими на нижчих гіпсометричних рівнях та на рівнині, де показники нітратного нітрогену коливаються від 30–64 мг/кг [9] до 245 мг/кг [3]; амонійного – від 21–38 мг/кг до 50 мг/кг [11].

Відомо, що буроземи характеризуються своєрідним фосфатним режимом. Вони багаті на валовий фосфор – 0,20–0,25 % у верхньому гумусовому горизонті. Однак, доволі часто у науковій літературі вміст рухомого фосфору у гірських буроземах оцінюють лише як частки мг на 100 г ґрунту [18]. Проведений нами аналіз наукових праць, показав, що до недавнього часу для визначення вмісту доступного для рослин фосфору у буроземах використовували методики, які передбачали застосування для екстракції розчинів сильних кислот. Використання цих методів на дуже кислих ґрунтах, як і у випадку буроземів Карпат, призводить до істотного заниження даних через сильне повторне поглинання P_2O_5 при проведенні аналізу [16]. Тому нами для визначення вмісту рухомого фосфору було одночасно застосовано 2 методики: О. Т. Кірсанова [27] та Мачигіна [8]. Результати наших досліджень підтвердили недоцільність використання методики О.Т. Кірсанова для буроземів Карпат, оскільки за таких умов отрима-

ні дані щодо вмісту рухомого фосфору у ґрунтах приблизно у 10 разів занижені (табл. 1). У той же час, результати, отримані за використання методики Мачигіна, показали, що лише ґрунти з г. Крачунеска та Ворожеска належать до категорії з низьким вмістом фосфору (11–15 мг/кг), більшість же досліджених ґрунтів відносяться до групи із середнім (16–30 мг/кг) та навіть підвищеним вмістом (31–40 мг/кг), як у випадку г. Пожижевськ та г. Петрос Мармароський [31]. Дослідження показали, що частка фосфору, акумульована в органічній частині ґрунту, у 8–11 разів перевищує його доступні для рослин форми (табл. 1). Аналогічні результати були отримані й іншими вченими при дослідженні субальпійських ґрунтів північно-західного Кавказу, частка органічного фосфору в яких складала 65–67 % від загального вмісту елемента у ґрунті [13]. У ґрунтах субальпійського та альпійського поясів Тебердинського заповідника частка органічних фосфатів також становила близько 70 % [2].

Проведений нами аналіз вмісту азоту у підземній та надземній частинах рослин *G. lutea* з різних локалітетів показав, що його концентрація у листках є вищою, порівняно із підземною частиною приблизно на 12,5–19,0 % (табл. 2). У листках рослини з Мармароських Альп кількість азоту є майже удвічі вища порівняно із коренями. Загальний вміст нітрогену у листках рослинах коливається від 9893,33 мг/кг (пол. Рогнеска) до 26546,67 мг/кг (г. Піп Іван Мармароський), а коренях – 8353,33 мг/кг (г. Петрос Мармароський) до 13016,67 мг/кг (г. Ворожеска). Порівняльний аналіз вмісту нітрогену у рослинах *G. lutea* та ґрунтах дозволив припустити, що здатність до його накопичення рослинами, ймовірно, у більшій мірі визначається їхніми видовими особливостями, ніж наявністю сполук нітрогену у ґрунті. Тому за умов низького забезпечення елементами мінерального живлення, у тому числі й сполуками нітрогену, генетично обумовлена потреба у високих концентраціях нітрогену призводить до зменшення показників життєвості рослин та згасання популяцій, що й є характерним для популяції *G. lutea* зі свидовецького масиву. На користь цього припущення свідчать й результати проведених раніше досліджень життєвості рослин *G. lutea* з різних локалітетів, особливостей їхньої вікової, віталітентної структур, здатності до відновлення та самопідтримання, типу стратегій тощо [15]. У той же час, рослини *G. lutea* з пол.

Рогнеска за умови достатнього вмісту нітрогену у ґрунті накопичують його найменше, однак за віталітетним спектром та іншими параметрами ця популяція належить до процвітаючих.

Існуюча же, на перший погляд, невідповідність між низьким вмістом сполук нітрогену у ґрунті та відносно високою концентрацією нітрогену в рослинах *G. lutea*, ймовірно, обмовлена тим, що згідно із сучасними дослідженнями нітроген може бути доступним рослинами як у вигляді мінеральних, так й органічних сполук [14]. Вважається, що високомолекулярні органічні сполуки є недоступними для ґрунтової біоти. Ці молекули подрібнюються на мономери за допомогою позаклітинних ензимів і в такому вигляді можуть бути доступними не лише для мікроорганізмів, а й для рослин. Крім того, в екстремальних умовах (у періоди промерзання та відтаювання тощо) відбувається масова загибель мікроорганізмів, що й поповнює органічну речовину ґрунту мікробними залишками. J. P. Schimel та J. Bennett (2004) вважають, що не мінералізація, а деполімеризація органічної речовини є найбільш важливою стадією циклу нітрогену, оскільки вона регулює швидкість його переходу із підстилки та полімеризованої органічної речовини у доступні для рослин форми. Крім того, для рослин *G. lutea* характерною є мікориза. На думку Rousk et al. (2010), розвиток мікоризи призводить до значного збільшення об'єму ґрунту, охопленого коренями та гіфами, що дозволяє більш ефективно поглинати доступні сполуки нітрогену рослинами.

Результати досліджень показали, що, порівняно з нітрогеном, вміст фосфору в коренях рослин *G. lutea* є вищим (табл. 2). Крім того, загальна концентрація цього елемента у рослинах *G. lutea* (0,5–0,6 %) є більшою порівняно із рослинами інших видів рівнинних територій, вміст фосфору у яких коливається в межах 0,2–0,5 % [21]. С. Осецький із авторами (2015) також вказують, що вміст цього елемента є підвищеним у високогірних рослинах Північного Кавказу. Таку особливість високогірних рослин пояснюють адаптацією до існування в холодних

умовах Навесні, коли починається вегетаційний період рослин, ґрунти у високогір'ї залишаються деякий час промерзлими навіть після того як температура повітря перевищить 0°C [14]. Це перешкоджає рослинам у достатній кількості поглинати сполуки фосфору та нітрогену з ґрунту. Тому в цей час, їхній розвиток залежить від запасів поживних речовин у рослинних тканинах, особливо, у підземних органах. Крім того, сполуки нітрогену починають поглинатися рослинами із ґрунту значно швидше ніж фосфору [14], що, можливо, є ще однією причиною, яка пояснює підвищений вміст цього елемента у коренях *G. lutea*.

Висновки

Таким чином, нами з'ясовано, що ґрунти з локалітетів *G. lutea* належать до груп із низьким та середнім забезпеченням мінеральними сполуками нітрогену та фосфору. Вміст амонійних сполук нітрогену у досліджуваних ґрунтах у 8–10 разів перевищує його нітратні форми. У ґрунтах популяції *G. lutea*, які піддаються значному пасторальному навантаженню, вміст гумусу, а також мінеральних форм нітрогену та рухомих форм фосфору є нижчим порівняно з ґрунтами локалітетів цього виду, розташованих на заповідних територіях.

Встановлено, що вегетативні органи рослин *G. lutea* містять вищі концентрації фосфору у порівнянні з рослинами інших видів, що зростають на рівнинні. Водночас, на відміну від нітрогену, у коренях рослин досліджуваного виду фосфору накопичується більше, ніж у листках. Здатність рослин *G. lutea* накопичувати нітроген та фосфор у більших кількостях, ймовірно, обумовлена їхніми видоспецифічними особливостями, ніж наявністю цих сполук в ґрунті. На фоні поступової втрати ґрунтами Карпат групи лабільних органічних речовин, більш пристосованими до виживання в таких умовах, можливо, є рослини популяцій *G. lutea* (г. Рогнеска, г. Пожижевська, г. Шешул), що потребують меншої кількості сполук нітрогену.

Література

1. Атлас почв УСССР/ ред. Крупский Н.К., Полупан Н.И. – К.: Урожай, 1976. – 225 с.
2. Булатникова И.В., Макаров М.И. Особенности примитивных почв на скалах в Тебердинском заповеднике // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 2000. – № 4. – С. 10–15.
3. Величко О.І. Вміст нітратного азоту в ґрунті та органах рослин сої за умов забруднення ґрунту нафтою // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.16. – С. 351–354.

4. Гамкало З.Г., Гриців Л.З., Курилко Л.Р., Бедернічек Т.Ю., Партика Т.В. Екологічна якість ґрунту агроєкосистем: теоретичні, методологічні і методичні спекти // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2015. – Вип. 58 (I). – С. 41–50.
5. Гамкало З.Г., Дерех О. Оцінка емісії CO₂ з поверхні ґрунтів зеленої зони м. Львова за різних стадій рекреаційної дигресії лісових біогеоценозів // Вісник Львівського національного аграрного університету, сер. Агрономія. – 2014. – 18. – С. 7–17.
6. Гирка А.Д., Бойко О.В., Бенда р.В., Педаш О.О. Баланс елементів живлення у ґрунті та винос їх урожаєм озимої пшениці залежно від азотних підживлень // Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. – 2009. – №7. – С. 9–16.
7. Голубець М.А., Марискевич О.Г., Козловський М.П., Козак І.І., Крок Б.О., Яворницький В. І., Проць Б.Г., Шевчук А.І., Шпаківська І.М., Башта А.-Т., Козловський В. І. Екологічна ситуація на північно-східному макросхилі Українських Карпат. – Львів, 2001. – 158 с.
8. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна: ДСТУ 4114-2002. – [Чинний від 2002-06-27]. – К.: Держстандарт України, 2002. – 7 с.
9. Довгаюк-Семенюк М.В., Величко О.І., Терек О.І. Вміст амонійного та нітратного нітрогену у рослинах конюшини лучної за дії нафтового забруднення ґрунту та підживлення фосфорнокалійними добривами // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2015. – № 1 (62) – С. 94–99.
10. Канівець С.В. Щодо профільного розподілу вмісту гумусу в буроземах кислих помірно холодного поясу Карпат // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2016. – Вип. 85. – С. 35–39.
11. Кудрявицька А.М. Трансформація азоту в лучно-чорноземному грубопилувато-легкосуглинковому ґрунті за умови тривалого застосування добрив // Вісник ХНАУ, Агрохімія. – 2013. – № 2. – С. 90–93.
12. Лакин Г.Ф. Биометрия. – К.: Высшая школа, 1990. – 350 с.
13. Макаров М.И. Фосфор органического вещества почв. – М.: ГЕОС, 2009. – 397 с.
14. Маслов М.Н. Углерод, азот и фосфор в тундровых экосистемах Северной Фенноскандии // дисс... канд. биол. наук: 03.02.13. – М., 2015. – 234 с.
15. Мосула М.З., Майорова О.Ю., Грицак Л.Р., Мельник В.М., Дробик Н.М. Еколого-генетичний аналіз популяцій *Gentiana lutea* L. в Українських Карпатах // Екологія і ноосферологія. – 2014. – Т. 25, № 3–4. – С. 52–60.
16. Носко Б.С., Христенко А.О., Максимова В.П. Проблема фосфору в землеробстві України // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 5. – С. 13–16.
17. Осецький С., Бедило Н., Спасівський Ю., Семагіна Р. Особливості використання дикими копитними тваринами Північно-кавказьких субальпійських луків // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2015. – Вип. 69. – С. 183–190.
18. Позняк С.П. Деякі проблеми генези та географії ґрунтів Українських Карпат // Біологічні системи. 2012. – Т. 4. – Вип. 1. – С. 76–80.
19. Сакоян А.Г., Ревазян р.Г., Араратян Л.А., Сафразбекян Э.А. Трансформація азотсодержащої органіки горно-лугових почв под воздействием интенсивной пастбища // Биолог. журн. Армении. – 2009. – 4 (61). – С. 25–30.
20. Скиба С., Скиба М., Позняк С. Ґрунти північно-західної частини чорногірського масиву Українських Карпат // Екологія та ноосферологія. – 2006. – Т. 17, № 1–2. – С. 105–112.
21. Цуркан О.О., Голембіовська О.І., Колядич О.П. Мікро- та мікроелементний склад надземних і підземних органів суховершків звичайних (*Prunella vulgaris* L.) // Запорозький медичинський журнал. – 2012. – № 4 (73). – С. 132–134.
22. Шпаківська І.М., Марискевич О.Г. Мінералізація органічного вуглецю у ґрунтах екосистем Чорногори (Східні Карпати) // Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України «Наукові основи збереження біотичної різноманітності». – 2002. – Вип. 3. – С. 170–180.
23. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н.Соколовського: ДСТУ 4729:2007. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 14 с.
24. Якість ґрунту. Визначення рН: ДСТУ ISO 10390:2007. – [Чинний від 2007-12-24]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 8 с.
25. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 6 с.
26. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 16 с.
27. 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.
28. Rousk J., Bååth E., Brookes P.C., Lauber C.L., Lozupone C., Caporaso J.G., Knight R., Fierer N. Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil // The International Society for Microbial Ecology Journal. – 2010. – P. 1–12.
29. Schimel J.P., Bennett J. Nitrogen mineralization: Challenges of a changing paradigm // Ecology. – 2004. – V. 85. – P. 591–602.
30. Баранник А.В. Особливості формування морфогенетичних властивостей гірсько-лучно-буроземних ґрунтів Чорногірського масиву Українських Карпат [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://geopolitika.crimea.edu/arhiv/2014/tom10-v-1/057baran.pdf>
31. Групування ґрунтів [Електронний ресурс] // МУ ЦІНАО. – 1994 – режим доступу: <http://ibhb.chnu.edu.ua/dpt/soilscience/korisni-materiali/grupuvannia-gruntiv-za-riznomanitnimi-pokaznikami>

HRYTSAK L.R., HRYTSAK V.Yu., KRUK M.M., DROBYK N.M.

*Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University,
Ukraine, 46027, Ternopil, M. Kryvonosa str., 2, e-mail: hrytsak1972@gmail.com*

THE EVALUATION OF *GENTIANA LUTEA* L.' ABILITY TO ACCUMULATE PHOSPHORUS AND NITROGEN DEPENDING ON SOIL CHEMICAL COMPOSITION OF HIGHLAND OF UKRAINIAN CARPATHIAN MOUNTAINS

Aim. The aim of the paper is to investigate *Gentiana lutea* L.'s ability to accumulate phosphorus and nitrogen depending on soil chemical composition of highland of Ukrainian Carpathian mountains. **Methods.** The research conducted in 2013-2016 studied selected samples of soil and plants (leaves and roots of *G. lutea*) from different parts of Ukrainian Carpathian Mountains. The soil was examined to distinguish the contents of organic substance, water pH, nitric and ammonium compounds of nitrogen, as well as available phosphorus compounds. A portion of general nitrogen and phosphorus in leaves and roots was defined. **Conclusion.** The soil from locations has proved to belong to the group with low and medium phosphorus and nitrogen content. The amount of ammonium compounds of nitrogen in examined soil samples exceeds the number of nitric forms in 8-10 times. In the soil of *G. lutea*'s population that is used for intensive cattle pasture the amount of humus and mineral forms of nitrogen and available phosphorus forms is lower than in the soil with this species located in reserved areas. *G. lutea* turned out to accumulate more phosphorus than the species which grow on a plain. On the contrary to nitrogen accumulation, phosphorus is accumulated more in roots than in leaves of *G. lutea*. Ability of *G. lutea* to accumulate nitrogen and phosphorus is determined by species peculiarities rather than the amount of these compounds in the soil.

Key words: *Gentiana lutea* L., soil, nitrogen, phosphorus