

## ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ҐРУНТІВ І РОСЛИН *GENTIANA ASCAULIS* L. З ПОПУЛЯЦІЙ НА ГОРАХ ТУРКУЛ ТА РЕБРА У ЧОРНОГОРІ

Г.І. ПАСІЧНИК<sup>1</sup>, О.Ю. МАЙОРОВА<sup>1</sup>, В.Б. ВОЙТЮК<sup>1</sup>, Л.Р. ГРИЦАК<sup>1</sup>,  
В.М. МЕЛЬНИК<sup>2</sup>, Н.М. ДРОБИК<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса 2, м. Тернопіль, 46027, e-mail: galuna.pasichnyk@gmail.com

<sup>2</sup>Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, вул. Академіка Заболотного, 150, Київ, 03680, e-mail: v.m.melnyk@imbg.org.ua

Досліджено вміст макро- (Ca, Na, K, Fe, Mg) і мікроелементів (Cu, Zn, Co, Mn) у рослинах *Gentiana acaulis* L. та в ґрунтах з гір Туркул та Ребра (хребет Чорногора, Українські Карпати). У ґрунтах на фоні низьких значень рН виявлено високий вміст рухомих форм більшості елементів. Встановлено відмінності вмісту макро- та мікроелементів у різних органах *G. acaulis* та у рослинах з різних популяцій. Визначено коефіцієнти біологічного накопичення (КБН) досліджених елементів. При цьому чіткої закономірності більшого чи меншого значення КБН у певному органі рослин з обох популяцій для усіх елементів нами не виявлено.

Ключові слова: елементний склад, ґрунт, органи рослини, *Gentiana acaulis* L., міжпопуляційні відмінності, коефіцієнт біологічного накопичення.

**Вступ.** Відомо, що вміст хімічних елементів у рослині генетично успадковується, що й забезпечує специфічність елементного складу рослинної сировини. Поряд із цим, ґрунт як один із важливих екологічних факторів у значній мірі визначає хімічний склад рослин, які на ньому ростуть (Ильин, 1985).

У цьому контексті цікавим для дослідження вмісту хімічних елементів є вид тирлич безстебловий (*Gentiana acaulis* L.). Це європейський ендемік, південно-середньоевропейський високогірний субальпійський вид, ареал якого охоплює гори Середньої Європи: Піренеї, Юра, Центральні Альпи, Карпати, гори Балканського півострова (Ho, Liu, 1990).

В Україні *G. acaulis* – рідкісний червонокнижний вид, що росте лише у Карпатах, де проходить східна межа його поширення (Червона книга України, 2009). Результати аналізу літературних джерел (Кобів та ін., 2009; Малиновський та ін., 1998) та власних хорологічних досліджень (Майорова та ін., 2010) показали, що на сьогодні популяції *G. acaulis* збереглися лише у важкодоступних місцях та в умовах заповідання на Чорногірському, Мармароському та Свидовецькому масивах.

Відомо, що рослини *G. acaulis* ростуть на скелях, кам'янистих розсипах, щебенистих ґрунтах, на свіжих задернованих ділянках на висоті від 1500 до 2000 м н. р. м. За даними В.І. Чопика (1976), цей вид належить до кальцефобних. К.А. Малиновський та співавт. (2002) наводять його у складі угруповань із затінених вапнякових скель із високим вмістом кальцію. Інші дослід-

ники (Кобів та ін., 2009) зараховують т. безстебловий до раритетних петрофітних кальцефільних видів, для яких характерна стенопатність, тобто вузька приуроченість до особливих умов середовища.

Метою роботи було з'ясування особливостей накопичення елементів мінерального живлення у різних органах рослин *G. acaulis* та залежності елементного складу рослин від вмісту макро- та мікроелементів у ґрунтах із двох місцевиростань у Чорногорі.

**Об'єкт і методи.** У роботі використовували зразки ґрунтів, а також корені, генеративні пагони та листки рослин із двох оселищ *G. acaulis* на Чорногірському хребті – гора Ребра (1650 м н.р.м.) (ділянка №1) та гора Туркул (1850-1900 м н.р.м.) (ділянка №2). У ході власних експедиційних досліджень (серпень, 2009 р., липень, 2010 р.) із різних частин цих локалітетів відбирали по 5 зразків ґрунту і рослин *G. acaulis*.

У зразках ґрунтів досліджували вміст рухомих форм, а у пробах рослинного матеріалу – загальний вміст макро- (Ca, Na, K, Fe, Mg) та мікроелементів (Cu, Zn, Co, Mn). Відібрані зразки рослин і ґрунту висушували до повітряно-сухої маси. Відтак проби рослин подрібнювали; проби ґрунту розтирали у фарфоровій ступці, просіювали через сито в 3 мм і сушили при температурі 105° С до абсолютно сухої маси. Визначення вмісту елементів проводили на основі азотнокислої витяжки зразків з наступним випарюванням H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії на ААС С-115 М-1 та С-600 (Методы определения...,

1974; Методические указания..., 1992).

Для з'ясування інтенсивності поглинання макро- і мікроелементів рослинами розраховували їхні коефіцієнти біологічного накопичення (КБН) за формулою:

$$КБН = \frac{\text{вміст елементу в сухій біомасі, мг / кг}}{\text{вміст елементу в ґрунті, мг / кг}}$$

Також було визначено рН ґрунтів у водній витяжці на іонометрі універсальному ЭВ-74 за методикою (Ващенко и др., 1991).

Показники вмісту важких металів (Zn, Cu, Mn і Со) порівнювали з гранично допустимими концентраціями (ГДК) (Якість ґрунту..., 2004) та фоновими показниками цих елементів у ґрунтах Карпатського регіону (Фоновий вміст..., 2003).

Отримані дані опрацьовували статистично (Лакин, 1980).

**Результати та їх обговорення.** У результаті проведених досліджень нами встановлено вміст рухомих форм макро- та мікроелементів у ґрунтах з г. Ребра та г. Туркул. Отримані дані (середнє значення та діапазон) представлені у таблиці 1.

Нами виявлено суттєві відмінності елементного складу ґрунтів з різних місцевиростань *G. acaulis*. Найменше відрізнялися показники концентрації Zn і Mn, а найбільше – К (табл. 1). Вміст Na, Cu, Ca та Со у ґрунтах з ділянки №2 був більшим у 1,2-1,7 рази, тоді як, Mg, Fe і К навпаки, меншим у 1,3–5,4 рази порівняно з ділянкою №1. За вмістом у пробах макро- та мікроелементи можна розташувати у порядку змен-

шення їхньої кількості в такі ряди: для г. Ребра – Mg>Fe>Na>K>Ca>Mn>Zn>Cu>Со; для г. Туркул – Mg>Na>Fe>Ca>K>Mn>Zn>Cu>Со. За розташуванням елементів у рядах консервативним є усі досліджені мікроелементи та Mg.

Отримані нами результати узгоджуються з літературними даними щодо кількості цих елементів у ґрунтах Карпат (Козловський, 2002; Фоновий вміст..., 2003; Панас, 2006; Скиба та ін., 2006) та в гірських ґрунтах з інших територій (Фоновий вміст..., 2003; Панас, 2006; Radanovic et al, 2007). Концентрації більшості елементів у зразках з г. Туркул і г. Ребра були близькими до таких, визначених нами раніше з двох місцевиростань *G. lutea* на горі Пожижевській та полонині Лемській. Суттєво відрізнялися лише показники вмісту Ca та Mn: на г. Ребра та г. Туркул Ca було у 22–194 рази більше, а Mn – у 1,7–4,8 рази менше, порівняно з г. Пожижевською та пол. Лемською. У той же час, кількість К у ґрунті з г. Туркул була значно меншою порівняно як з г. Ребра (у 5,4 рази), так і з отриманими раніше значеннями для зразків з г. Пожижевської (в 1,8 рази) та пол. Лемської (у 4,2 рази) (Пасічник та ін., 2011).

Досліджені мікроелементи Zn, Cu, Mn і Со належать до ВМ, тому їхній вміст у ґрунті порівнювали з ГДК (Якість ґрунту..., 2004). Як видно з табл. 1, кількість Mn у ґрунтах з обох ділянок не виходила за межі ГДК, а Zn і Cu перевищувала ГДК у 2,4–4,3 рази.

Таблиця 1

Вміст рухомих форм макро- та мікроелементів у ґрунтах, мг/кг

Table 1

The content of mobile forms of macro- and microelements in soil, mg / kg

Місця відбору проб	рН водний	Ca	K	Na	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Со
№1 середнє	3,99 ±0,07	739,5 ±43,90	4006,7 ±67,82	4947,2 ±110,71	7900,5 ±190,43	6092,2 ±119,43	56,2 ±2,04	10,2 ±0,33	65,4 ±1,0	4,4 ±0,09
Min	3,8	136,6	1808,0	1600,0	4400,0	4460,0	50,2	9,8	62,0	3,3
Max	4,1	746,0	4200,0	5280,0	8800,0	6208,0	121,2	14,3	88,0	4,8
№2 середнє	4,12 ±0,18	1086,4 ±37,60	739,2 ±24,20	5795,2 ±225,82	6296,2 ±734,81	2090,8 ±206,14	57,2 ±1,15	13,0 ±0,42	64,3 ±2,44	7,7 ±0,13
Min	3,7	936,3	736,4	1940,0	4600,0	2043,0	53,5	7,7	59,1	3,1
Max	4,7	2000,0	3020,0	6240,0	6688,0	6060,0	120,4	20,8	84,3	8,0
ГДК*	–	–	–	–	–	–	23	3	1500	5
Фоновий вміст**	–	–	–	–	–	–	50-70	20-38	500-1000	15-30

Примітка: ділянка №1 – гора Ребра, ділянка №2 – гора Туркул; \* – ГДК подані за (Якість ґрунту..., 2004); \*\* – фоновий вміст наведений за (Фоновий вміст..., 2003); середні дані у таблиці – це усереднені значення вмісту елементів у пробах ґрунту, відібраних у липні 2010 р.; діапазон вмісту (Min, Max) – це верхня і нижня межі вмісту елементів у пробах ґрунту за два роки (серпень, 2009 р. і липень, 2010 р.).

Вміст Со у ґрунті з ділянки №2 був вищим за ГДК у 1,5 рази, тоді як з ділянки №1 – лежав у межах ГДК. Дані вмісту Fe, Zn, Cu та Со у ґрунтах з г. Туркул та г. Ребра були близькими до результатів, отриманих нами та іншими авторами при дослідженні різних ділянок Чорногірського масиву Карпат (Козловський, 2002; Пасічник та ін., 2011).

Високі концентрації ВМ, зокрема Zn та Cu, у ґрунтах визначаються, у першу чергу, їхнім вмістом у материнській породі (Безуглова, Орлов, 2000), і є характерною особливістю Карпатського регіону, про що свідчать фонові показники цих елементів (табл. 1). У всіх досліджених нами зразках ґрунту як мінімальні, так і максимальні значення Со, Мп та Cu були нижчими або лежали у межах фонових показників для даного регіону, тоді як максимальні концентрації Zn перевищували фонові (Фоновий вміст..., 2003).

Відомо, що у ґрунтового середовищі головними чинниками, що впливають на розчинність і рухомість елементів, є: рН середовища, окисно-відновний потенціал, наявність і властивості органічної речовини, присутність супутніх катіонів і аніонів, ємність поглинання, мінералогічний склад (Безуглова, Орлов, 2000). При визначенні водного рН досліджених зразків нами виявлено, що цей показник у ґрунтах ділянки №1 коливався від 3,8 до 4,1; №2 – від 3,7 до 4,7 (табл. 1), тобто згідно з класифікацією (Ващенко і др., 1991), ґрунти з обох ділянок за реакцією середовища можна віднести до сильнокислих.

Отримані нами дані узгоджуються з результатами досліджень П.С. Войтківа (2008) та М.З. Гамкало (1998), які вивчали кислотно-основні властивості буроземів пралісів Українських Карпат та, зокрема, ґрунти Карпатського Біосферного Заповідника. Значення  $pH_{вод}$  ґрунтів з г. Ребра та г. Туркул були близькими до таких, визначених нами раніше для ґрунтів з г. Пожижевської і пол. Лемської (Пасічник та ін., 2011) і є характерними для Чорногірського масиву Карпат. Згідно даних В.І. Канівця (1958), буроземі Карпат – це сильнокислі ґрунти з  $pH_{вод}$  4,8-4,6 і нижче. Зсув кислото-основної рівноваги ґрунтів у бік кислотності свідчить про дефіцит ряду буферних систем, таких як карбонату кальцію, гідрокарбонатів, а також гідратованих оксидів і гідроксидів алюмінію та функціональних груп гумусу (COOH, NH<sub>2</sub>) (Гамкало, 1998).

Нами визначено вміст дев'яти макро- і мікроелементів у коренях, генеративних пагонах та листках рослин *G. acaulis* реберської (оселище №1) та туркульської (оселище №2) популяцій і виявлено відмінності елементного складу різних органів (табл. 2).

Дослідження зразків *G. acaulis* показало, що деякі макро- (К, Na) та мікроелементи (Cu, Мп та Со) у найбільшій кількості накопичувалися у надземній частині, а Fe – у коренях рослин обох популяцій (табл. 2). Вміст макроелементів Са і Mg та мікроелемента Zn був вищим у листках і генеративних пагонах рослин реберської популяції, тоді як у рослинах з г. Туркул кількість цих елементів була більшою у коренях.

Такі особливості накопичення макро- та мікроелементів у різних органах тирличу безстеблого пов'язані, у першу чергу, з біологічною роллю елементів, а також з різною швидкістю їх переміщення по рослині (Школьник, 1974; Безуглова, Орлов, 2000; Панас, 2006). Зокрема, для Са характерна низька швидкість руху, тому цей елемент найчастіше накопичується у кінці ксилемного транспорту – у листках (Безуглова, Орлов, 2000). Саме така особливість виявлена нами для рослин реберської популяції, у яких серед досліджених органів вміст Са був найвищим у листках. У той же час, у рослинах туркульської популяції найбільше Са було в коренях, що, ймовірно, пов'язано з його порівняно високою концентрацією у ґрунтах на г. Туркул (див. табл. 1).

Встановлено суттєві міжпопуляційні відмінності елементного складу органів рослин з різних популяцій. У листках рослин з оселища №1 виявлено значно вищий (у 2,7-4,6 рази) вміст Fe, Na та Со порівняно з оселищем №2. Концентрації Zn та Са при цьому були практично однаковими. Мало відрізнялися і показники вмісту Mg, К, Мп та Cu: їхня кількість була в 1,2-1,8 рази більшою у листках рослин туркульської популяції. У генеративних пагонах рослин обох оселищ вміст Со та Cu був практично однаковим, тоді як кількість інших досліджених елементів, за винятком К, була більшою (у 1,2-4,1 рази) у рослинах реберської популяції. У коренях рослин оселища №1 вміст Na, Fe та Со був у 2-3,7 рази вищим, а усіх інших елементів – у 1,3-2,8 рази нижчим, ніж у рослинах туркульської популяції.

Концентрації більшості макро- та мікроелементів у різних органах *G. acaulis* були близькими до таких у досліджених нами раніше рослинах *G. lutea*. Значно відрізнявся лише вміст Са, дещо менше – К. Зокрема, концентрації Са та К у різних органах рослин *G. acaulis* у 36,8-75,0 та 1,2-10,3 рази відповідно перевищували такі у *G. lutea* (Пасічник та ін., 2011). Відомо, що видоспецифічні особливості обміну Са можуть визначати екологічну поведінку виду, у тому числі приуроченість до ґрунтів певного мінерального складу (Ильин, 1985).

**Таблиця 2.**  
**Вміст макро- та мікроелементів у різних органах**  
**рослин *G. acaulis* з двох популяцій, мг/кг сухої маси**

**Table 2.**  
**The content of macro- and microelements in different**  
**organs of plants *G. acaulis* from two populations,**  
**mg / kg of dry weight**

Орган	Популяція	Макроелементи					Мікроелементи			
		Ca	K	Na	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Co
Листки	№1 середнє	424,8	5120,8	3188,2	4768,1	5186,5	77,3	13,1	83,9	6,4
		±13,85	±310,30	±78,20	±51,23	±131,20	±6,0	±0,52	±3,81	±0,18
	Min Max	393,6	5067,2	3016,0	4680,0	4816,0	75,9	12,1	76,1	6,1
		451,2	5208,0	3336,0	4872,0	5424,0	78,8	14,0	90,4	6,8
	№2 середнє	401,7	6837,2	1086,4	5836,2	1891,4	83,9	23,1	146,1	1,4
		±8,29	±90,97	±53,58	±186,06	±136,96	±2,54	±1,05	±3,52	±0,01
Min Max	385,2	1900,0	1012,8	1356,0	1240,0	80,2	8,1	26,2	1,3	
	418,8	7032,0	2220,0	6136,0	2264,0	99,2	24,9	154,8	2,9	
Генеративні пагони	№1 середнє	278,6	722,2	3402,9	3183,6	1734,1	54,1	21,1	132,5	6,9
		±26,31	±12,72	±100,56	±198,12	±14,31	±2,0	±0,31	±3,99	±0,33
	Min Max	274,2	698,1	3204,0	3144,0	1705,8	53,8	20,6	124,8	6,3
		285,1	741,3	3528,0	3204,9	1751,8	54,5	21,4	138,0	7,4
	№2 середнє	239,0	1069,3	825,8	1629,1	608,5	44,1	20,8	79,8	6,5
		±41,06	±24,51	±19,68	±49,76	±37,20	±3,47	±0,33	±8,10	±0,28
Min Max	116,0	1031,8	798,4	1534,9	605,1	43,2	8,2	6,2	2,4	
	281,7	2400,0	6120,0	5380,0	1820,0	65,8	20,4	81,2	7,0	
Корені	№1 середнє	264,3	3692,0	1599,7	3021,6	5414,0	42,7	120,0	61,6	6,1
		±14,72	±144,22	±71,03	±89,92	±106,0	±2,11	±7,61	±5,10	±0,14
	Min Max	236,8	3672,0	1464,0	2912,8	5202,0	40,0	10,5	61,0	5,8
		287,2	3720,0	1704,0	3200,0	5520,0	46,8	12,8	62,6	6,3
	№2 середнє	487,7	4616,0	819,5	6701,3	2133,3	118,6	16,1	144,6	1,6
		±7,90	±74,33	±25,43	±194,06	±60,99	±3,17	±0,41	±3,16	±0,03
Min Max	474,4	4472,0	769,8	6360,0	2040,0	112,3	15,3	141,4	1,6	
	501,6	4720,0	853,6	7032,0	2248,0	122,2	16,7	150,9	1,7	

Примітка. №1 – оселище реберської популяції, №2 – оселище туркульської популяції; середні дані у таблиці – це усереднені значення вмісту елементів в органах рослин, відібраних у липні 2010 р.; діапазон вмісту (Min, Max) – це верхня і нижня межі вмісту елементів у органах рослин за два роки (серпень, 2009 р. і липень, 2010 р.).

Відносно високі концентрації Ca у рослинах *G. acaulis* можна пояснити впливом умов росту, а саме високим вмістом Ca у ґрунті. У той же час відомо, що кисла реакція ґрунту погіршує засвоєння рослинами кальцію, а досліджені нами ґрунти як з г. Туркул, так і з г. Ребра, за реакцією середовища можна віднести до сильнокислих. Ґрунти з вивчених нами ділянок відрізнялися за вмістом у них Ca, тоді як суттєвих відмінностей щодо кількості цього елемента в органах рослин, за винятком коренів не виявлено. Вміст Ca у над-

земній частині рослин обох популяцій практично однаковий і, очевидно, визначається генетично обумовленою потребою виду. Здатність живої речовини вибірково поглинати і накопичувати деякі хімічні елементи характеризується коефіцієнтом біологічного накопичення (КБН). Це емпіричний біогеохімічний показник, який характеризує інтенсивність біологічного накопичення елементів і показує у скільки разів вміст елемента в сухій масі рослин відрізняється від такого у ґрунті.

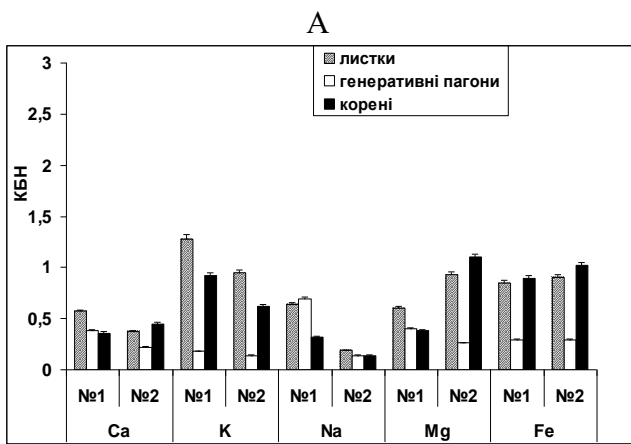


Рис. 1. Коефіцієнти біологічного накопичення (КБН) макроелементів (А) та мікроелементів (В) у різних органах рослин *G. acaulis* з реберської (№1) та туркульської (№2) популяцій

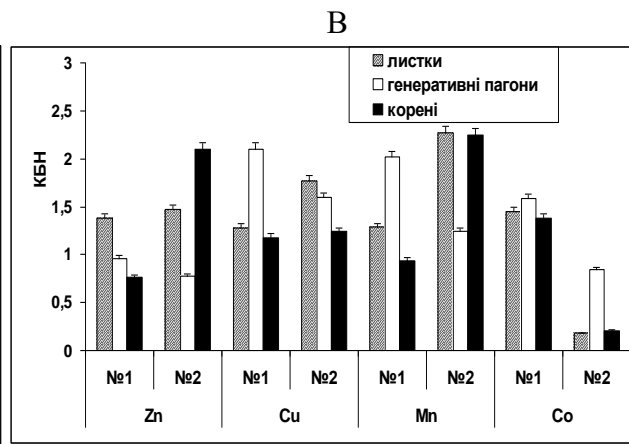


Fig. 1. Coefficients of biological accumulation (CBA) of macroelements (A) and microelements (B) in various organs of plants *G. acaulis* from population № 1 and population № 2

КБН – не константи, вони можуть змінюватися залежно від пори року, фази вегетації, віку рослини, властивостей ґрунту та ін. Залежить поглинання елементів з ґрунту і від виду рослини. КБН вказує на індивідуальну значимість того чи іншого елемента для рослини. Якщо КБН <1, то це є свідченням низького рівня поглинання певного елемента рослиною (Безуглова, Орлов, 2000).

Результати розрахунків КБН досліджених елементів у зразках *G. acaulis* показали, що його значення в тій чи іншій мірі відрізнялися у різних органах рослин (рис. 1).

Для рослин обох оселищ виявлено наступне: у листках найвищими були КБН Zn (1,4 і 1,5), Cu (1,3 і 1,8) та Mn (1,3 і 2,3), у генеративних пагонах – Mn (1,2 і 2) та Cu (1,6 і 2,1), в коренях – Cu (1,2) (рис. 1, Б). Як видно з представленого рисунка, лише у випадку Cu її КБН у всіх органах рослин обох популяцій були більшими 1.

Незважаючи на виявлені особливості для окремих елементів, чіткої закономірності більшого чи меншого значення КБН у певному органі рослин з обох популяцій для усіх елементів нами не виявлено. Поряд із цим, встановлено значні міжпопуляційні відмінності коефіцієнтів накопичення окремих елементів. Зокрема, показники КБН K, Na і Co в усіх органах рослин *G. acaulis* реберської популяції в 1,3-8,2 рази перевищували такі у рослинах туркульської (рис. 1, А, Б).

Отже, нами встановлено, що за вмістом досліджених елементів (за винятком Ca і Mn) та кислотністю ґрунту г. Туркул та г. Ребра мало відрізняються від вивчених нами раніше інших ділянок Чорногірського масиву та від літературних даних, наведених для карпатських ґрунтів загалом. Отримані нами результати стосовно *G. acaulis* підтверджують дані інших дослідників про залежність елементного складу рослин як від особливостей генотипу, так і від умов зростання.

**Висновки.** У ґрунтах з обох ділянок встановлено високий вміст рухомих форм досліджених макро- та мікроелементів на фоні низьких (3,7-4,7) значень рН. Виявлено відмінності концентрацій більшості елементів між ґрунтами з г. Туркул і г. Ребра. Серед досліджених елементів найменше відрізнялися показники концентрації Zn та Mn і найбільше – K.

Для рослин *G. acaulis* характерним було те, що K, Na, Cu, Mn та Co у найбільшій кількості накопичувалися у надземній частині, а Fe – у коренях. Встановлено суттєві міжпопуляційні відмінності елементного складу рослин.

Визначено коефіцієнти біологічного накопичення елементів рослинами *G. acaulis*, які варіювали як в різних органах, так і в зразках з різних локалітетів.

**Подяка.** Автори статті висловлюють подяку директору Інституту екології Карпат НАНУ – д.б.н. Козловському М.П. та співробітникам відділу популяційної екології цього інституту, а також д.б.н, професору, завідувачу кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка Царику Й.В. за сприяння під час експедиційних досліджень у Карпатах.

#### Список літератури:

1. Безуглова О.С., Орлов Д.С. Биогеохимия. – Ростов н/Д: «Феникс», 2000. – 320 с.
2. Ващенко И.М., Ланге К.П., Меркулов М.П., Олексенко Т.Д. Практикум по основам сельского хозяйства. – М.: Просвещение, 1991. – 431 с.
3. Войтків П. Кислотно-основні властивості буроземів пралісів Українських Карпат // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2008. – Вип. 35. – С.40-48.
4. Гамкло М.З. Особливості кислотно-лужної рівноваги ґрунтів Карпатського Біосферного Заповідника // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. – 1998. – Вип. 23. – С. 272-276.
5. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений. – Новосибирск: Наука, 1985. – 154 с.

6. Канивец В.И. Буроземообразование в лесных почвах Украинских Карпат. – Львів: Вид-во Львів ун-ту, 1958. – С. 168-178.
7. Кобів Ю., Прокопів А., Борсукевич Л., Гелеш М. Поширення, стан популяцій та характеристика оселищ рідкісних і загрожених видів рослин у північній частині Свидовця (Українські Карпати) // Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2009. – №49. – С. 63-82.
8. Козловський В.І. Важкі метали в мохах та лишайниках альпійського поясу Чорногори (Українські Карпати) // Науковий вісник УкрДЛТУ. – 2002. – Вип. 2.1. – С. 96-102.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 293 с.
10. Майорова О.Ю., Грицак Л.Р., Пасічник Г.І., Будзан І.В., Мельник В.М., Дробик Н.М. Зміни стану популяцій *Gentiana acaulis* L. у Чорногорі (Українські Карпати) // «Наукові записки» Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2010. – №4 (45). – С. 136-141.
11. Малиновський К.А., Крічфалушій В.В. Рослинні угруповання високогір'я Українських Карпат. – Ужгород, 2002. – 244 с.
12. Малиновський К.А., Царик Й.В., Жилиєв Г.Г., Дмитрах Р.І., Кияк В.Г., Кобів Ю.Й., Манчур М.М. Структура популяцій рідкісних видів флори Карпат. – К.: Наук. думка, 1998. – 176 с.
13. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (2-е изд. перераб. и доп.). – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.
14. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах / Под ред. Важенина И.Г. – М.: Колос, 1974. – 285 с.
15. Панас Р.М. Грунтознавство: навчальний посібник. – Львів: Новий Світ-2000, 2006. – 372 с.
16. Пасічник Г.І., Майорова О.Ю., Войтюк В.Б., Грицак Л.Р., Мельник В.М., Дробик Н.М. Вміст деяких макро- і мікроелементів у ґрунтах та рослинах *Gentiana lutea* L. з двох чорногірських популяцій Українських Карпат // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. – 2011. – № 30. – С.183-187.
17. Скиба С., Скиба М., Позняк С. Ґрунти північно-західної частини Чорногірського масиву Українських Карпат // Екологія та ноосферологія. – 2006. – Т.17, № 1-2. – С.105-111.
18. Фононий вміст мікроелементів у ґрунтах України / за ред. А.І. Фатєєва і Я.В. Пашенко. – Харків, 2003 – 115 с.
19. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 487.
20. Чопик В.І. Високогірна флора Українських Карпат. – К.: Наук. думка, 1976. – 269 с.
21. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – Изд-во «Наука», Ленингр. отд. – 1974. – 324 с.
22. Якість ґрунту. Визначання дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин (ISO 11269-2:1995, IDT) : ДСТУ ISO 11269-2:2002. – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. –14 с. – (Національний стандарт України).
23. Ho T.-N., Liu T.-N. The infrageneric classification of *Gentiana* (*Gentianaceae*) // Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.), Bot. – 1990. – Vol. 20, N 2. – P. 169-192.
24. Radanoviж D., Antic-Mladenoviж S., Jakovljeviж M., Kresoviж M. Content of heavy metals in *Gentiana lutea* L. roots and galenic forms // J. Serb. Chem. Soc. – 2007. – Vol. 72, N 2. – P. 133-138.

## THE ELEMENTAL COMPOSITION OF SOILS AND *GENTIANA ACAULIS* L. PLANTS FROM POPULATIONS ON THE TURKUL AND REBRA MOUNTAINS IN CHORNOHORA

**G.I. Pasichnyk, O.YU. Mayorova, V.B. Voytyuk, L.R. Hrytsak, V.M. Mel'nyk, N.M. Drobyk**

*The content of macro- (Ca, Na, K, Fe, Mg) and microelements (Cu, Zn, Co, Mn) in Gentiana acaulis L. plants and soils of the Turkul and Rebra mountains (Chornohora ridge, the Ukrainian Carpathians) were investigated. At the background of low pH in the soils a large amount of moving forms of most elements were found. The differences in the content of macro- and microelements in various organs of G. acaulis and plants from different populations are found. Bioaccumulation factor (BAF) of the investigated elements is defined. At that we didn't find precise patterns of greater or lesser BAF value for all the items in certain organs of plants from both populations.*

*Key words: elemental composition, soil, Gentiana acaulis L., plant organs, interpopulation distinctions, coefficient of biological accumulation.*

*Одержано редколлегією 13.06.2011*