

## ВІЗУАЛЬНА ЧУТЛИВІСТЬ І ВОДНИЙ РЕЖИМ *PICEA ABIES* (L.) KARST. ЗА ДІЇ ЧИННИКІВ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ КРИЗИ

**Т.В. Филипчук, І.О. Ситнікова**

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, кафедра екології та біомоніторингу,  
e-mail: tflipchuk@rambler.ru, irasit@rambler.ru

Досліджено візуальну чутливість та показники водного режиму ялини європейської за умов імітації чинників глобальної екологічної кризи. Встановлено, що кислотний дощ виявляє найбільш негативний вплив на розвиток і життєдіяльність *Picea abies* (L.) Karst.

**Ключові слова:** *Picea abies* (L.) Karst., кислотний дощ, підвищена температура, УФ-С, морфологічні тест-ознаки, інтенсивність транспірації, вміст загальної, вільної та зв'язаної води.

**Fylypchuk T. V., Sitnikova I. O. Visual sensitivity and water mode of *Picea abies* (L.) Karst. under the influence of global environmental crisis factors.** *Visual sensitivity and parameters of water regime of Picea abies (L.) Karst. in the conditions of imitation of global environmental crisis have been studied. Established that acid rain has the most negative impact on the development and viability of Picea abies (L.) Karst on the base of the analysis of both studied parameters.*

**Key words:** *Picea abies* (L.) Karst., Acid rain, high temperature, UV-C, morphological features of the test, intensity of transpiration, content of different forms of water.

### Вступ

Підвищення середньорічних температур та збільшення частоти кислотних опадів – факти, беззаперечність яких уже доведена вітчизняними кліматологами [1]. У межах України вже зареєстровані території, де середнє значення рН атмосферних опадів за 1996-2005 рр. було меншим за 5,6 [2]. Зазначені зміни віддзеркалюють загальносвітову тенденцію [3]. Не менш загрозливим для сучасних екосистем є прогресуюче підвищення річних температур внаслідок так званого «парникового ефекту». Відхилення температури від кліматичної норми в Україні склало в 2001 році 1,0-1,7<sup>0</sup>С; у 2002 році – 1,5-2,1<sup>0</sup>С, у 2003 році – 0,8-0,9<sup>0</sup>С [4]. Загрозливою стає також проблема проникнення ультрафіолету С-діапазону (УФ-С) на Землю через пошкоджений озоновий шар [5], що згубно впливає на всі живі організми. Саме тому зараз є досить актуальним вивчення всіх аспектів впливу цих факторів на довкілля.

Одним із можливих напрямків дослідження впливу чинників глобальної екологічної кризи на деревні рослини є вивчення змін рослин у штучно створених екосистемах – мікрокосмах. Низкою досліджень доведено високу ефективність застосування мікрокосмних моделей для прогнозування стійкості лісових екосистем до чинників глобальної екологічної кризи [5; 6].

Мета роботи – з'ясувати механізми стійкості *Picea abies* (L.) Karst. за дії чинників глобальної екологічної кризи у мікрокосмних моделях. Для досягнення мети поставлені наступні завдання: провести аналіз чутливості *Picea abies* (L.) Karst. використовуючи систему візуальних тест-ознак та дослідити водний режим рослин за умов імітації складових глобальної екологічної кризи.

### Матеріали і методи

Вплив досліджуваних чинників вивчали у штучно створених мікрокосмах, які виготовляли за методикою [5]. Дворічні саджанці *Picea abies* (L.) Karst. відбирали із с. Черемошна Верховинського району Івано-Франківської області і поміщали по два саджанці в один мікрокосм. Експеримент проводили у чотирьохкратній повторюваності. Вивчення наслідків імітації дії кислотного дощу, «парникового ефекту» та «озонових дір» здійснювали протягом одного місяця. Під час експерименту мікрокосмні моделі знаходились у культивацийній кімнаті при вологості повітря 75 %, температурі 22-23<sup>0</sup> С, інтенсивності освітлення 1000-1500 Лк та 16-годинному світловому періоді.

Імітацію чинників глобальної екологічної кризи здійснювали так:

- *кислотний дощ (КД)* створювали додаючи до дистильованої води концентровані сульфатну та нітратну кислоти у кількостях, необхідних для досягнення рН - 2,3. Значення рН обрано з урахуванням того, що максимально зареєстрована кислотність опадів в Західній Європі становила 2,3 [5]. Полив рослин здійснювали двічі на тиждень;
- «*парниковий ефект*» (*підвищена температура – ПТ*) імітували шляхом перебування мікрокосмів з рослинами у термостаті з температурою +35<sup>0</sup>С протягом 8-ми годин (темновий період) п'ять разів

- на тиждень;
- «озонові діри» (УФ-С) імітували шляхом щоденного опромінення відкритих мікрокосмів ультрафіолетом С-діапазону протягом 30 хвилин пересувною установкою ОБП-225м. Разова доза опромінення становила 2160 Дж/м<sup>2</sup>.

Рослини контрольного варіанту поливали дистильованою водою з рН-6,5 двічі на тиждень.

Оцінку візуальної чутливості ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karst.) до дії чинників глобальної екологічної кризи проводили за індексом чутливості (С<sub>ч</sub>) на основі аналізу прояву найбільш характерних 13 тест-ознак за методикою [5]. Для вивчення водного режиму рослин визначали інтенсивність транспірації ваговим методом [5] та вміст загальної, вільної та зв'язаної води за методом [7]. Зазначені досліджувані параметри визначали в динаміці на 14-й та 28-й день спостережень. Отримані результати обробляли статистично за Г.Ф. Лакіним [8]. Достовірність отриманих даних визначали за t-критерієм Стьюдента за умови P < 0,05. Внесок тест-ознаки в результуючий показник чутливості до дії обраних факторів визначали використовуючи множинний покроковий регресійний аналіз за допомогою програми STATISTICA 6. Основою слугували матриці, побудовані на основі бальної оцінки чутливості.

### Результати та обговорення

При оцінці візуальної чутливості ялини європейської виявлено, що найбільш чутливою тест-ознакою за дії всіх досліджуваних чинників є верхівкові некрози. Серед 13 досліджуваних ознак не проявлялися лише всихання та почорніння стовбурів, пліснявіння бруньок і хвої на 14-й день експерименту. Однак на 28-й день досліджень проявилися всі тест-ознаки, серед яких найбільший відсоток прояву, крім верхівкових некрозів, зафіксований для наступних тест-ознак: всихання і хлороз хвої, точкові некрози та пліснявіння стовбурів. Слід відзначити, що всихання і почорніння стовбурів та пліснявіння і почорніння бруньок виявились репрезентативними тест-ознаками за дії кислотного дощу, тоді як пліснявіння гілок – репрезентативною тест-ознакою за дії підвищеної температури. Некротизація, хлороз і всихання хвої помічена у рослин всіх дослідних варіантів. Отримані нами дані підтверджують результати досліджень попередніх років [6].

За допомогою покрокового множинного регресійного аналізу рівня прояву візуальних тест-ознак визначили чинник глобальної екологічної кризи, який найбільш негативно впливає на зовнішні морфологічні ознаки *P. abies*. Отримані рівняння регресії (табл.) дозволяють констатувати, що на 14-й день експерименту визначальним чинником є кислотний дощ, хоча не можна зменшувати значимості і двох інших досліджуваних факторів, оскільки вони теж проявляють достовірний вплив на прояв візуальних тест-ознак

Таблиця. Рівняння регресії між проявом зовнішніх тест-ознак та факторами глобальної екологічної кризи

Період дослідження	Регресійне рівняння та статистична оцінка його достовірності
14 день	$y = 12,076 + 0,302 \text{ КД} + 0,277 \text{ ПТ} + 0,250 \text{ УФ-С}$ $R = 0,578; R^2 = 0,334; F(3,5) = 8,034; P < 0,05$
28 день	$y = 17,631 + 0,405 \text{ КД} + 0,394 \text{ УФ-С}$ $R = 0,665; R^2 = 0,442; F(3,4) = 12,696; P < 0,05$

Дещо інша ситуація відмічена на 28-й день експерименту (табл.) – визначальними чинниками залишаються кислотний дощ та УФ-С, а вплив підвищеної температури не є достовірно значущим. Отже, кислотний дощ виявляє найбільш негативний вплив на морфологічні параметри *Picea abies* (L.) Karst.

Відомо [9], що водний режим відіграє важливу роль для розвитку і життєдіяльності рослин, адже саме вода є основною речовиною, яка бере участь в усіх життєвих процесах рослин. Один із важливих показників регуляції водного режиму рослин – інтенсивність транспірації. Показано, що на 14-й день експерименту інтенсивність транспірації хвої ялини європейської за імітації чинників глобальної екологічної кризи достовірно не відрізнялась від контролю, тоді як на 28-й день виявлено достовірне підвищення даного показника за дії підвищеної температури (рис. 1).

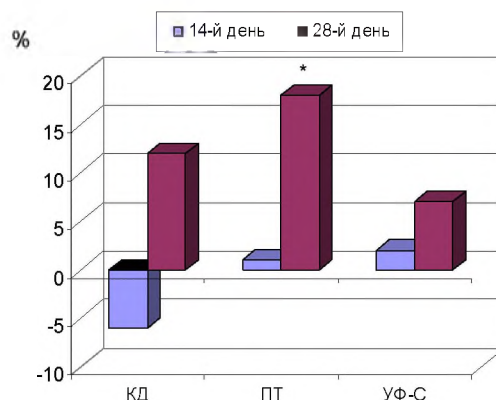


Рис. 1. Інтенсивність транспірації хвої *Picea abies* (L.) Karst. за імітації чинників глобальної екологічної кризи відносно контролю, %

Примітка. Тут і подалі: \* - різниця достовірна відносно контролю,  $P < 0,05$

Результати досліджень вмісту загальної води на 14-й та 28-й дні імітації чинників глобальної екологічної кризи не виявили достовірної зміни вказаного показника у дослідних варіантах порівняно з контрольним. Рівень загальної води прямо пропорційно корелює з інтенсивністю транспірації, яка теж не змінюється протягом експерименту. Підвищення інтенсивності транспірації за імітації підвищеної температури на 28-й день досліджень є необхідністю для запобігання перегріву рослин. Отже, адаптаційні механізми *P. abies* за імітації чинників глобальної екологічної кризи сформовані таким чином, щоб підтримувати оводненість на певному рівні, характерному для даного виду, що підтверджено літературними відомостями [9].

Основними показниками водного режиму, які характеризують стійкість *Picea abies* (L.) Karst. до чинників глобальної екологічної кризи є водонасиченість хвої, тобто вміст загальної та зв'язаної води. За результатами наших досліджень, на 14-й день експерименту в хвої *Picea abies* (L.) Karst. достовірно збільшується вміст вільної води та знижується – зв'язаної для всіх дослідних варіантів порівняно з контролем (рис. 2. А).

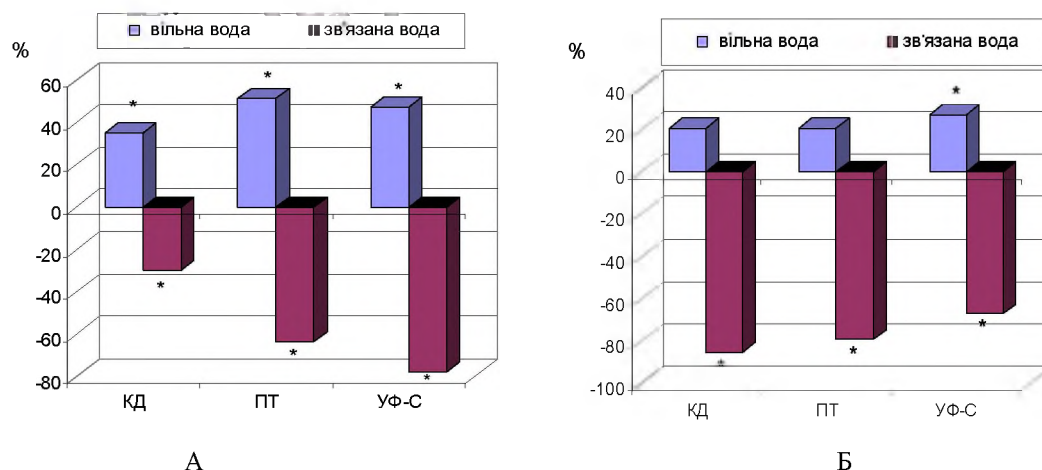


Рис. 2. Вміст вільної і зв'язаної води у хвої *Picea abies* (L.) Karst. на 14-й (А) та 28-й день (Б) експерименту за імітації чинників глобальної екологічної кризи відносно контролю

Достовірно збільшення вільної води може свідчити про активізацію метаболічних процесів у хвої рослин, направлених на протидію відповідних стресових впливів, а саме необхідністю активізації для запобігання перегріву чи різному рівню доступності води у рослин. Водночас, зниження вмісту зв'язаної води свідчить про зниження водопоглинаючої здатності ялини європейської за імітації чинників глобальної екологічної кризи.

На 28-й день імітації чинників глобальної екологічної кризи на *P. abies* вміст вільної води достовірно збільшувався лише у варіанті за впливу короткохвильового УФ (рис. 2. Б). Це свідчить про те, що за дії УФ-С ще здійснюється активізація метаболічних процесів, направлена на знешкодження шкідливого впливу, тоді як за дії кислотного дощу та підвищеної температури – припиняється.

Зв'язана вода відіграє вагомую роль у загальному водообміні та виступає адаптаційним механізмом на шляху формування стійкості до стресових чинників [9]. Вміст зв'язаної води у хвої *P. abies* на 28-й день впливу чинників глобальної екологічної кризи достовірно зменшується для всіх досліджуваних варіантів

(рис. 2, Б). При співставленні відсоткового розподілу вільної та зв'язаної води від загальної за імітації чинників глобальної екологічної кризи відбувається перерозподіл між вмістом зв'язаної і вільної води у бік збільшення останньої у всіх дослідних варіантах на 14-й і 28-й дні вирощування (рис. 3).

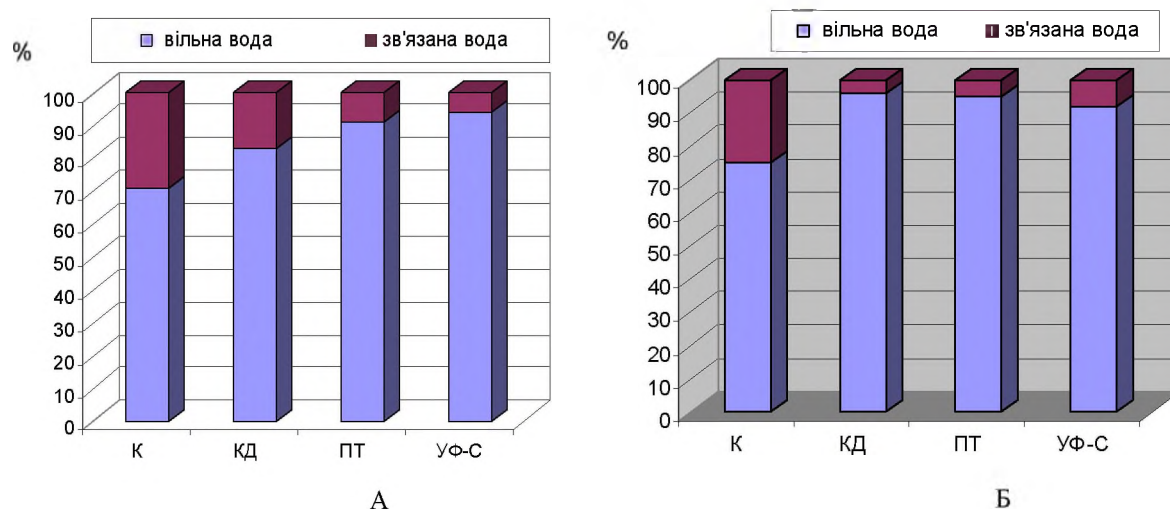


Рис. 3. Відсотковий розподіл вільної і зв'язаної води від загальної у хвої *Picea abies* (L.) Karst. на 14-й (А) та 28-й день (Б) експерименту за імітації чинників глобальної екологічної кризи

Однак, на 14-й день вирощування найбільший перерозподіл характерний за дії короткохвильового УФ (94 і 6 % вільної і зв'язаної води відповідно), тоді як найменший за дії кислотного дощу (83 і 17 % вільної і зв'язаної води відповідно). На 28-й день спостережень найбільший перерозподіл відмічено за дії кислотного дощу (96 і 4 % вільної і зв'язаної води відповідно), а найменший – за дії УФ-С (92 і 8 % вільної і зв'язаної води відповідно).

Таким чином, шкідливість кислотного дощу проявляється більш повільно на початковій стадії, тоді як на пізніх етапах експерименту – швидко наростає і проявляється максимально порівняно з іншими чинниками.

## Висновки

1. Найбільш поширеною ознакою, яка проявляється за дії всіх досліджуваних чинників глобальної екологічної кризи є верхівкові некрози. Всихання і почорніння стовбурів, пліснявіння і почорніння бруньок виявились репрезентативними тест-ознаками за дії кислотного дощу, тоді як пліснявіння гілок – репрезентативною тест-ознакою за дії підвищеної температури. Некротизація, хлороз і всихання хвої помічена у рослин всіх дослідних варіантів.

2. За результатами покрокового множинного регресійного аналізу встановлено, що на 14-й день експерименту визначальними виявились всі чинники глобальної екологічної кризи, які розміщуються в наступному ряді зменшення їх значимості: КД → ПТ → УФ-С. На 28-й день – визначальними чинниками залишається кислотний дощ та короткохвильове опромінення: КД → УФ-С.

3. За показниками водного режиму виявлено, що найбільш негативний вплив на ялину європейську чинить кислотний дощ, що проявляється у перерозподілі вільної і зв'язаної води в бік вільної з поглибленням тенденції на 28-й день експерименту.

## Література

1. Антонов В. С. Кислотность влажных атмосферных осадков в Черновцах / В. Антонов, Л. Рыбак. – Черновцы : Місто, 2007. – 74 с.
2. Національний атлас України / [наук. редкол.: Л. С. Руденко та ін.] ; Інститут географії НАН України; Державна служба геодезії, картографії та кадастру. – К. : ДНВП “Картографія”, 2007. – 440 с.
3. Acid News: a newsletter on Air Pollution and Climate / [editor: Christer Agren]. – Orebro, Sweden: Trio Tryck AB. – 2009. – № 4. – 24 p.
4. До питань впливу глобального і регіонального потепління на життєдіяльність людини в Україні: матеріали наради-семінару з питань стану та вдосконалення метеорологічного забезпечення споживачів усіх рівнів (24-28 травня 2004 р) / Л. О. Ткач. – К. : Український гідрометеорологічний центр, 2004. – С. 36 – 40.
5. Руденко С. С. Штучні системи в екології: Навч. посіб. для вищих навчальних закладів / С. С. Руденко, С. С. Костишин, І. О. Ситнікова. – Чернівці : Рута, 2006. – 200 с.

6. Махрова Є. Г. Візуальні зміни лісових порід за імітації чинників глобальної екологічної кризи в мікрокосмах: автореферат дисертації на здобуття вченого ступеня канд. біол. наук : 03.00.16 – екологія / Є.Г. Махрова – Чернівці. – 2010. – 17 с.
7. Гродзинский А.М. Краткий справочник по физиологии растений / А.М. Гродзинский, Д.М. Гродзинский – Киев : Наукова думка, 1973. – 592 с.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М. : Высш.шк., 1990. – 350 с.
9. Юмагулова Э.Р. Эколого-физиологические механизмы адаптации и типы стратегии растений верховых болот: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук : 03.00.16 – Экология / Э.Р. Юмагулова. – Уфа. – 2007. – 23 с.

Стаття поступила до редакції 14.10.2012 р.; прийнята до друку 24.10.2012. р.

УДК 581.9

## ПРО МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ *SCILLA BIFOLIA* L. ТА *GAGEA LUTEA* (L.) KER.- GAWL. ЯК БІОМАРКЕРІВ СТАНУ БУКОВИХ ЛІСІВ

**К.В. Дорошенко**

*Інститут екології Карпат НАН України,  
e-mail: dorkat@mail.ru*

*Зроблено спробу використання параметрів ценопопуляцій деяких ефемероїдів як біомаркерів стану букових лісів рівнинної частини України. Встановлено, що щільність та індекс відновлення є інформативними, вікова структура – малоінформативною для цілей біомаркування.*

**Ключові слова:** *популяція, біомаркер, Scilla bifolia L., Gagea lutea (L.) Ker.-Gawl., букові ліси*

**Doroshenko K.V. About the possibilities of using parameters of *Scilla bifolia* L and *Gagea lutea* (L.) Ker.-Gawl as beech forests biomarkers.** *Made an attempt to use coenopopulations parameters of some ephemeroïds as the beech forests biomarkers in the plain area of Ukraine. Found that the density and the index of recovery are informative, the age structure - uninformative for the biomarker purposes.*

**Key words:** *population, biomarker, Scilla bifolia L., Gagea lutea (L.) Ker.-Gawl., beech forests*

### Вступ

Потужним чинником трансформації екосистем, який зумовлює перетворення в атмосфері, гідросфері, літосфері, є антропогенний вплив, як безпосередній, так і опосередкований. Оскільки його наслідком є зниження рівня стійкості й стабільності природних екосистем, однією з актуальних наукових проблем є оцінка змін структурно-функціональної організації рослинного покриву. Це, у свою чергу, є науковою передумовою обґрунтування ефективних заходів збереження біорізноманітності. Актуальним є пошук методів експрес-аналізу поточного стану основних екосистем регіону та їх змін, що тісно пов'язано з розвитком індикаційних підходів [4]. Особливої актуальності набуває біомаркування, суть якого полягає в тому, що певному стану аналізованої системи відповідає певна характеристика системи-індикатора. Конкретне значення параметрів системи-індикатора буде маркером певного стану досліджуваної системи [6]. У нашому випадку (популяційного біомаркування) як систему-індикатор обрано ценопопуляції весняних ефемероїдів, які завдяки своїм еколого-ценотичним властивостям здатні існувати за різного режиму функціонування букових угруповань. Біомаркером певного стану угруповання будуть слугувати сукупності значень найбільш інформативних параметрів ценопопуляцій модельних видів. Ці дослідження мають важливе значення для розробки та поглиблення біоіндикаційних методів моніторингу стану екосистем, для збереження рідкісних і зникаючих видів рослин в умовах антропогенної трансформації та фрагментації природних екотопів.