

## РОЛЬ ЕДАФІЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ ДЕКОРАТИВНИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

Встановлено, що в умовах Кримських гір на зростання та стан інтродукованих екзотів позитивно впливають резерви гумусу і поживних матеріалів у корених шарах ґрунтів, запас вологи, співвідношення гумус – карбонати. Відмічено негативний вплив карбонатності на густину та пористість. Також було визначено критичні рівні пористості та карбонатності ґрунтів для *Sequoiadendron giganteum* та Середземноморських видів *Abies* і *Cedrus*.

A.P. Evtushenko; R.N. Kazimirova, Ph. D. – Yalta

### Influence of Edaphic factors on ornamental arboreal plants introduction

In conditions of Mountain Crimea growth and status of introduced coniferous positively correlate with reserves of a humus and nutrition materials in a root layer of soils, range of available moisture, ratio humus: carbonates. The correlation with density, skeleton and carbonates content is negative. The critical levels of skeleton and carbonates content of soils for *Sequoiadendron giganteum*, Mediterranean species of *Abies* and *Cedrus* are adduced.

Майже два століття Нікітський ботанічний сад веде роботи з інтродукції рослин. У теперішній час в арборетумі виростає понад 1800 таксонів декоративних деревних рослин, інтродукованих з різних районів земної кулі. При підведенні підсумків інтродукційного випробовування оцінюються результати пристосування рослин до екологічних умов нового місця проростання. Існує багато методів і шкал, що беруть до уваги морозовитривалість, посухостійкість, розвиток, генеративну здатність, стійкість до шкідників і хвороб. Розроблено різні показники для комплексної оцінки успішності інтродукції, що включають декілька характеристик інтродуцентів. Однак ролі ґрунтових факторів при інтродукції тривалий час не приділяли достатньої уваги. Водночас саме ґрунтові умови виявилися лімітуючим фактором при інтродукції окремих видів рослин у Гірському Криму. У науковій літературі не багато робіт, присвячених даному питанню, тому існують лише загальні відомості про відношення навіть дуже розповсюджених екзотів до ґрунтових умов.

Відомо, що успіх інтродукції декоративних деревних рослин значною мірою залежить від того, наскільки екологічні умови даного району близькі до таких на батьківщині рослин і відповідають діапазону адаптаційних можливостей інтродуцента. Властивості ґрунтів безпосередньо впливають на ріст і стан інтродуцентів, причому ріст останніх при сприятливих кліматичних умовах залежить тільки від ґрунтових факторів. Завдяки численним спостереженням встановлено, що на границях ареалу поширення деревні рослини легше переносять несприятливі кліматичні умови на ґрунтах із кращими лісорослинними властивостями.

Деревні рослини мають неоднакову здатність отримувати з ґрунту необхідні їм речовини, внаслідок чого висувають неоднакові вимоги до ґрунтових умов проростання. Розрізняють потребу і вимогливість рослин до забезпеченості поживними елементами.

Потреба визначається кількістю зольних елементів і азоту, що засвоюються високопродуктивними рослинами з ґрунту. При недостатності поживних речовин зменшується приріст, порушуються ріст і розвиток, знижується стійкість до несприятливих умов.

За вимогливістю до родючості ґрунту і наявності у ній живильних речовин деревні рослини поділяють на: мегатрофи, оліготрофи, мезотрофи; стосовно реакції середовища – ацидофіли, алкалофіли; стосовно наявності в ґрунті кальцію – кальцієфіли і кальцієфоби; стосовно токсичних легкорозчинних солей – солестійкі, солевитривалі та несолевитривалі; стосовно наявності визначених елементів харчування – нітрофіли, нітрофосфорофіли, калієфосфорофіли. Для лісових порід складені різні шкали відношення їх до родючості та властивостей ґрунтів. Однак у більшості випадків ці шкали засновані на якісних показниках. Для інтродуцентів навіть таких характеристик практично немає.

Незважаючи на неоднакову вимогливість різних деревних рослин до ґрунтових умов, їхній найкращий ріст забезпечується визначеним сполученням властивостей ґрунтів і ґрунтових режимів. У багатьох випадках ріст інтродуцентів обмежується фактором, що перебуває у даному ґрунті у мінімумі чи максимумі. У першому випадку поліпшення інших умов росту не може збільшити продуктивності рослин, поки не буде усунутий наявний у мінімумі фактор. У другому випадку можливі гноблення і навіть загибель рослин унаслідок токсикозу. Оптимальні лісорослинні умови для деревних інтродуцентів визначаються комплексом сприяючих росту фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних властивостей корене-насиченого шару ґрунтів, а також відповідають вимогам рослин гідротермічним режимом.

Внаслідок наших багаторічних досліджень розроблена методика вивчення й оцінки ґрунтових умов виростання інтродуцентів, визначення едафічних факторів, що негативно впливають на їхній ріст, установлення меж толерантності рослин. При цьому визначаються кількісні характеристики оптимальних і припустимих (критичних) параметрів властивостей ґрунтів для досліджуваних видів інтродуцентів [6].

Для виявлення ролі ґрунтових умов при інтродукції в Криму нових рослин використовували метод сполученого вивчення системи ґрунт–рослина. На підставі аналізу якісних і кількісних характеристик ґрунтів і рослин, кліматичних й інших умов визначали позитивно і негативно діючі фактори, оптимальні та припустимі умови вирощування інтродуцентів. При цьому особливу увагу приділяли виявленню негативних впливів на рослини, реакції рослин на ці впливи, визначенню властивостей ґрунтів, що найбільшою мірою корелюють з ростом інтродуцентів.

Вплив окремих властивостей ґрунтів на ріст інтродуцентів найбільш чітко виявляється при спостереженні насаджень у хорошому і пригнобленому станах на одній чи близько розташованих ділянках. Детальне вивчення і зіставлення властивостей ґрунтів під деревами у різному ступені пригноблення і тими, що нормально розвиваються на одній чи декількох ділянках, дає змогу виділити й оцінити критичні показники властивостей ґрунтів. Ґрунтові фактори, що найбільше впливають на ріст екзотів, установлювали на підставі кореляційного аналізу.

Оптимальні та припустимі умови для конкретної породи визначали за допомогою табличного чи графоаналітичного методів, при використанні яких ґрун-

<sup>1</sup> інженер-ґрунтознавець

<sup>2</sup> Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр

тові параметри для дерев у різному стані наносили на графік чи зводили у таблицю, а потім для кожної групи рослин установлювали граничні показники властивостей ґрунтів. Для прикладу у табл. 1 наведена оцінка карбонатних кістякових ґрунтів Гірського Криму для кедрів гімалайського.

Табл. 1. Властивості ґрунту і стан кедрів гімалайського

| Вік, років | Добре                 |           | Задовільне            |           | Не задовільне         |           |
|------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|
|            | CaCO <sub>3</sub> , % | Скелет, % | CaCO <sub>3</sub> , % | Скелет, % | CaCO <sub>3</sub> , % | Скелет, % |
| 5          | 5                     | 25        | -                     | -         | 46                    | 54        |
| 15         | 3                     | 17        | 12                    | 45        | -                     | -         |
| 18         | 0                     | 19        | 0                     | 68        | -                     | -         |
| 18         | 3                     | 32        | 8                     | 66        | 12                    | 80        |
| 70         | 7                     | 21        | -                     | -         | -                     | -         |
| 80         | -                     | -         | 16                    | 57        | 35                    | 81        |
| 110        | 3                     | 27        | -                     | -         | -                     | -         |
|            | < 10                  | < 30      | < 15                  | < 70      | > 15                  | > 70      |

Більш точні дані отримують при визначенні границь витривалості й оптимального росту за графіком, побудованим на підставі рівняння регресії та його похибок. Границю припустимого параметра властивостей ґрунтів визначали як точку перетинання нижньої лінії похибки рівняння регресії з лінією середнього річного приросту чи середньої висоти рослин. Границя оптимальних ґрунтових умов характеризується по точці перетинання нижньої лінії похибки рівняння регресії з лінією максимального річного приросту чи максимальної висоти інтродуцентів.

За результатами вивчення росту і стану хвойних інтродуцентів секвойядрона гігантського, кедрів гімалайського, ліванського, атласького, короткохвойного, середземноморських видів ялиць (грецької, килікійської, нумідійської) у різних едафічних умовах Гірського Криму встановлено, що ріст хвойних інтродуцентів позитивно корелює з запасами гумусу і поживних речовин у корененасиченому шарі, діапазоном активної вологи, відношенням гумус:CaCO<sub>3</sub>, негативно – зі скелетністю, щільністю, карбонатністю ґрунтів. На підставі кількісної залежності росту екзотів від едафічних факторів складені рівняння регресії та по них з використанням середньої та максимальної величин середньорічного приросту у висоту розраховані параметри оптимальних і припустимих властивостей ґрунтів для секвойядрона гігантського, середземноморських видів кедрів і ялиць [1, 3-6]. Як приклад, такі зведення для секвойядрона гігантського приведені у табл. 2.

До факторів, що негативно впливають на ріст хвойних інтродуцентів, у тому числі та секвойядрона гігантського, крім сильної скелетності належить висока карбонатність ґрунтів. Через низьке (менш 90 %) значення коефіцієнтів кореляції між цим показником і приростом дерев секвойядрона гігантського оптимальні та критичні параметри не могли бути встановлені на підставі рівняння регресії, тому використовували метод зіставлення показників – критичний вміст CaCO<sub>3</sub> у дрібноземі становить 10 %. В умовах Середньої Азії виявлений тісний негативний зв'язок між висотою 20-літніх рослин секвойядрона гігантського і вмістом CaCO<sub>3</sub> у ґрунті: коефіцієнт кореляції становить  $-0,85 \pm 0,16$ . Визначений на підставі рівняння регресії критичний вміст CaCO<sub>3</sub> у ґрунтах Середньої Азії виявився близьким до встановленого для умов Гірського Криму – 12 % [8].

Табл. 2. Оптимальні та допустимі для секвойядрона гігантського параметри властивостей ґрунту

| Властивості ґрунту                   | Коефіцієнт кореляції з приростом | Рівняння регресії                          | Похибка рівняння | Параметри |            |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|------------------|-----------|------------|
|                                      |                                  |                                            |                  | допустимі | оптимальні |
| Потужність корененасиченого шару, см | $0,71 \pm 0,16$                  | $y = 0,47x - 6,43$                         | $\pm 10,10$      | 75        | 122        |
| Скелетність, %                       | $-0,84 \pm 0,12$                 | $y = -0,848 + 43,66x$                      | $\pm 6,36$       | 20        | 0          |
| Запаси гумусу, т/га                  | $0,69 \pm 0,17$                  | $y = 0,082x + 8,05$<br>$y = 1,75x + 5,94$  | $\pm 11,36$      | 255       | 525        |
| Запаси азоту загальні, т/га          | $0,70 \pm 0,17$                  | $y = 14,12x - 6,33$                        | $\pm 10,80$      | 13        | 26         |
| Запаси фосфору загальні, т/га        | $0,77 \pm 0,14$                  | $y = 0,277x + 2,66$                        | $\pm 6,42$       | 9         | 14         |
| Запаси продуктивної вологи, мм       | $0,71 \pm 0,17$                  | $y = 0,182x + 3,65$<br>$y = 0,248x + 1,60$ | $\pm 11,00$      | 95        | 175        |
| Середньорічні в травні               | $0,68 \pm 0,18$                  |                                            | $\pm 10,90$      | 140       | 260        |
| в червні                             | $0,68 \pm 0,18$                  |                                            | $\pm 10,90$      | 110       | 260        |

Виявлено, що більшість хвойних екзотів прекрасно ростуть на некарбонатних і малокарбонатних ґрунтах, що сформувалися на глинистих сланцях, пісковиках і продуктах їхнього вивітрювання. Негативно впливають на ці види сильна карбонатність і висока скелетність ґрунтів, особливо несприятливе сполучення цих факторів.

На некарбонатних ґрунтах хвойні екзоти нормально ростуть при вмісті уламків щільних порід до 50 % і лише при скелетності понад 70 % відстають у рості, не втрачаючи при цьому декоративності. На карбонатних ґрунтах вміст уламків вапняку чи мергелю 30 % і карбонатів у дрібноґрунті 10 % є граничними показниками придатності ґрунтів для кедрів гімалайського і секвойядрона гігантського, 70 % скелету і 10 % CaCO<sub>3</sub> – для кедрів атласького, ліванського, короткохвойного; для менш чутливих до підвищеної карбонатності ґрунтів ялиць – 50 % скелету і 35 % CaCO<sub>3</sub>. При більшій скелетності та карбонатності хвойні страждають від хлорозу, декоративність їх знижується: у кедрів гімалайського відзначається всихання гілок, при сильному пошкодженні хлорозом спостерігається загибель рослин [5].

Дуже важливим показником хлорозонебезпечності ґрунтів для кальцієфітів може служити співвідношення вмісту у дрібноземі гумусу і карбонатів. Аналіз співвідношення гумус: CaCO<sub>3</sub> і стану чутливих до карбонатів хвойних екзотів свідчить, що чим вище це співвідношення, тим кращий стан рослин. Наприклад, при відношенні гумус: карбонати більшому чи такому, що дорівнює 0,25, кедрі були у відмінному і гарному стані, при відношенні менш 0,25 відзначалося гноблення, а кедр гімалайський страждав при цьому від хлорозу. Така закономірність простежувалася на ґрунтах зі вмістом гумусу у корененасиченому шарі 0,74 – 3,95 %. Визначення цього співвідношення для ґрунтів під найбільш цінними екземплярами кедрів гімалайського, ліванського, атласького V і VI класу віку, що виростають в арборетумі Нікітського саду, показало, що воно становить від 0,27 до 2,7. За да-

ними М. Скайні [7], ґрунт під 270-літніми кедрми ліванськими на батьківщині (Ліван, район Барук) містить у корененасиченому шарі у середньому 4,0 % гумусу і 8,4 %  $\text{CaCO}_3$ . Підтверджується встановлена нами для ґрунтів Криму закономірність – співвідношення гумус:  $\text{CaCO}_3$  у Лівані більш 0,25 (воно становить 0,48). Така ж закономірність простежується для ґрунтів і під іншими, чуттєвими до підвищеного змісту карбонатів хвойними екзотами.

Часто лімітуючим фактором є висока щільність і низька шпаристість чи наявність у профілі ґрунтів щільних прошарків, особливо якщо це виявляється у верхньому півметровому шарі. Використовуючи табличний метод, отримали, що для хвойних інтродуцентів, таких, як деякі середземноморські види ялиць, кедрі короткохвойний і ліванський, секвойдендрон гігантський, метасеквоя гліптостробовидна, щільність несkeletalних чи дрібнозему skeletalних ґрунтів  $1,4 \text{ г/см}^3$  при шпаристості менш 45 % є критичним показником. Відзначено факти гноблення і загибелі хвойних екзотів у парках Південного берега Криму при ущільненні ґрунтів до критичних величин і більш під впливом антропогенних навантажень [4]. Вивчення ґрунтів під доріжками, покритими мармуровою крихою, і на куртинах в арборетумі Нікітського ботанічного саду свідчить, що навантаження зумовило достовірне збільшення об'ємної маси дрібнозему і зменшення загальної шпаристості ґрунтів. Об'ємна маса у шарі 0–10 см на куртинах була від  $0,88^{+0,06}$  до  $1,21^{+0,07}$ , під доріжками – від  $1,56^{+0,01}$  до  $1,64^{+0,02} \text{ г/см}^3$ , загальна шпаристість відповідно від  $56^{+2} \%$  до  $66^{+5} \%$  і від  $37^{+1} \%$  до  $40^{+1} \%$ . Аналізуючи поширення коренів деревних рослин, бачимо, що корененасичений шар на куртинах має більше, ніж 100 см, тоді як під доріжками не перевищує 80 см. Через велику щільність ґрунтів корені нерідко стають плоскими і поширюються по тріщинах і гранях структурних частин, уламків щільних порід. Погіршення фізичних властивостей ґрунтів під доріжками, мережа яких в арборетумі досить густа, є однією з причин зменшення приростів, усихання гілок і зниження декоративності деревних екзотів.

Несприятливі ґрунтові умови зумовлюють порушення у засвоєнні поживних речовин, що призводить до уповільнення росту, а нерідко до зниження декоративності рослин. Для характеристики умов місцезростання і діагностування причин гноблення екзотів поряд із ґрунтовими використовували рослинні аналізи. Методи ґрунтової та рослинної діагностики широко застосовують при оцінці умов виростання і забезпеченості живильними речовинами сільськогосподарських і лісових (переважно сосни) культур і практично не використовують для інтродуцентів. Нашими дослідженнями встановлена наявність позитивної залежності між хімічним складом хвої, станом хвойних екзотів і забезпеченістю їхніми елементами ґрунтового харчування. Виявлена також можливість використання параметрів хвої – довжини і сухої маси 100 хвоїнок (для сосни, як прийнято у лісівництві, 100 пар хвоїнок) – для оцінки стану рослин і характеристики їхнього місцеперебування [2, 6]. На підставі зіставлення росту і стану хвойних інтродуцентів, хімічного складу хвої, запасів живильних речовин у ґрунтах і їхніх властивостей установлені концентрації основних живильних елементів у хвої, що відповідають оптимальним умовам проростання. Незважаючи на визначені коливання у змісті хімічних елементів у хвої за роками, оптимальними чи нормальними, в умовах Гірського Криму є такі концентрації елементів харчування у хвої секвойдендрона гігантського: N – 0,9–1,4 %, P – 0,1–0,2 %, K – 0,5–0,8 %, Ca – 0,9–1,4 %, Mg – 0,1–

0,2 %, у кедрів гімалайського і атлаского N – 1,1–1,3 %, P – 0,10–0,12 %, K – 0,8–1,2 %, Ca – 0,5–0,7 %, Mg – 0,1–0,2 %. При такому хімічному складі хвої рослини відрізнялися інтенсивним зростанням і високою декоративністю. У несприятливих умовах місцезростання дерева були пригноблені, при цьому відзначене порушення у співвідношенні елементів харчування у хвої, особливо часто простежувалося зниження концентрації азоту і фосфору. Отримані експериментальним шляхом показники оптимального і недостатнього харчування рослин використовуються нами при характеристиці едафотопу і можуть бути рекомендовані як для оцінки забезпеченості рослин живильними речовинами, так і для діагностування порушень у харчуванні хвойних інтродуцентів.

Використання хімічного складу асимілюючих органів дає змогу діагностувати порушення у харчуванні при несприятливих едафічних умовах. Наприклад, в одному випадку на сильнокарбонатному ґрунті при захворюванні кедрів гімалайського хлорозом відзначене збільшення концентрації калію, кальцію, магнію і заліза, зменшення – азоту і фосфору у хвої з посиленням хлорозу. В іншому випадку при посиленні хлорозу збільшилася концентрація не тільки кальцію, магнію, заліза, але й азоту і фосфору. Порівняння властивостей ґрунтів, стану рослин, хімічного складу хвої дає можливість діагностувати у першому випадку комплексний хлороз, зумовлений як підвищеною карбонатністю ґрунтів, так і азотним голодуванням, у другому – вапняний хлороз.

Таким чином, результати наших досліджень свідчать про необхідність при введенні екзотів у культуру давати характеристику інтродукованих рослин по їх відношенню до едафічних умов і вказувати межі толерантності до негативно діючих ґрунтових факторів. На підставі об'єднаного вивчення системи ґрунт–рослина у Гірському Криму, а також кореляційного і регресійного аналізів результатів досліджень встановлені позитивно і негативно діючі, а також оптимальні та припустимі для хвойних екзотів властивості ґрунтів. Отримані дані використовують при підборі асортименту рослин для закладки нових парків і лісових культур, реконструкції існуючих насаджень у рекреаційних зонах Криму.

### Література

1. Евтушенко А.П. Роль эдафических факторов в росте хвойных интродуцентов на Южном берегу Крыма и северо-западе Черноморского побережья Кавказа// Труды Никит. ботан. сада. – 1988, т. 105. – С. 88–94.
2. Евтушенко А.П. Параметры хвой как показатель состояния и условий произрастания интродуцентов// Труды Никит. ботан. сада. – 1996, т. 116. – С. 127–132.
3. Казимира р.Н. К оценке почвенных условий произрастания секвойдендрона гигантского в Крыму// Бюл. Никит. ботан. сада. – 1989, вып. 70. – С. 69–74.
4. Казимира р.Н. Лесорастительные свойства почв арборетума Никитского ботанического сада и факторы, лимитирующие рост интродуцентов. – Ялта. 2000. – 54 с.
5. Казимира р.Н., Евтушенко А.П. Хлороз кедров на Южном берегу Крыма// Труды Никит. ботан. сада. – 1981. – Т. 84. – С. 42–49.
6. Методические рекомендации по изучению и оценке почвенных условий произрастания интродуцентов в Крыму. Сост. Казимира р.Н., Иванов В.Ф. – Ялта. 1985. – 28 с.
7. Скайни М.Х. Почвенные условия произрастания кедров ливанского и особенности его зольного обмена с почвами в Ливане. – Автореф. дис. канд. биол. наук. – М. 1980. – 21 с.
8. Ярославцев Г.Д., Казимира р.Н. Секвойдендрон гигантский в Средней Азии// Бюл. ГБС. – 1984, вып. 133. – С. 16–19.