

УДК 581.522.4 (630.181+581.192)

**П.С. ГНАТІВ<sup>1</sup>**

## **ДЕНДРОФІЗІОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ІНТРОДУКЦІЇ РОСЛИН В АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ<sup>2</sup>**

*Подано аналіз сучасних уявлень про вплив основних екологічних факторів на фізіолого-біохімічні процеси адаптації деревних рослин. Наведено приклади результатів авторських досліджень фізіологічних реакцій окремих порід на умови міського середовища Львова. Розглянуто важливість забезпечення умов оптимального мінерального живлення рослин як бази метаболічної адаптації інтродуцентів.*

Природна дендрофлора України налічує понад 500 видів рослин [18, 23, 37]. Час від часу, впродовж кількох століть на її теренах робилися спроби інтродукувати велику кількість екзотичних господарсько цінних і декоративних представників флор світу [18]. Лише у лісі нашої держави вводилося понад 100 нових деревних порід, але у даний час їх виявлено, за деякими даними, лише 58 видів [24, 33], а перспективними вважаються близько 20 видів [33].

З переселенням рослини в умови, значно відмінні від попередніх, але такі, що дають мінімальне відновлення покоління, обов'язкове започаткування місцевого внутрішньовидового формоутворюючого процесу [43, 40]. Передвісником його є відповідна зміна характеру і темпу метаболізму – а саме ослаблення динаміки синтезу чи гідролізу одних речовин і посилення інших, зокрема, запасних пластичних речовин та ферментів, при збереженні синтезу типових генетично зумовлених білків та ДНК [2, 20, 39]. При цьому створюється матеріальний базис для виникнення нових форм, різновидів, екотипів [19]. Зміна динаміки і змісту внутрішніх процесів у рослині супроводжується її анатомічною і морфологічною перебудовою [7, 19, 41].

Таким чином, на рівні екофізіології основи інтродукції деревних рослин концентруються у площині проблем, що пояснюють, як фізіологічні механізми реагують на змінене середовище життя і антропогенний вплив та дозволяють виявити біоіндикаційну цінність адаптивних реакцій у дослідженні динаміки і прогнозу розвитку особин у конкретних умовах довкілля [1, 6, 7, 22, 29, 30, 32, 40, 44].

Оскільки сучасна селекція деревних порід, як гаульз ґрунтується на інтродукції, генетиці, фізіології та біохімії рослин [28], аналіз фізіолого-біохімічних реакцій на середовище життя вельми актуальний. Знання та практичне застосування фундаментальних аутокологічних положень фізіології деревних рослин повинні

стати рушіями інтенсивного розвитку сучасної інтродукції і селекції нових деревних порід для лісового та зеленого господарства.

За сучасними уявленнями, короткочасна, але істотна зміна життєво важливих параметрів місцезростання організму викликає його неспецифічну реакцію – стрес [27]. Тривалі зміни факторів середовища викликають переважно специфічні реакції. Перша фаза стресової реакції рослини – збудження, друга – адаптація, третя фаза – виснаження ресурсів надійності. Адаптація – це здатність організму зберігати достатній рівень функціонування у зміненому середовищі шляхом регулювання внутрішніх процесів [20].

Фактори, здатні викликати стрес у рослин в антропогенізованих умовах, можна розділити на фізичні (температура, дефіцит води або надзволоження, освітленість, опромінення, механічні пошкодження – обрізка, стрижка) та хімічні (викиди автомобілів, газові та тверді викиди підприємств, рН, осолодіння і засолення ґрунтів, дефіцит елементів живлення, гіпо-, аноксія) [6, 19].

Підвищена температура повітря і ґрунту у теплий період вегетації у насадженнях міських зелених зон, особливо у скверах і на вулицях, є головним чинником ксерофітизації урбогенного середовища, як безпосереднім, так і непрямим стресором [31]. Непряма дія температури як стрес-фактора полягає у перегріві ґрунту і зменшенні, особливо у верхніх шарах, запасів продуктивної вологи. Останнє дуже часто викликає локальну посуху навіть у такій зоні достатнього зволоження, в якій розташоване місто Львів, де річна сума опадів 688 мм, а середньорічний ГТК за теплий період – 1,9.

Отже, посуха, як урбогенне явище локального характеру, супроводжується дефіцитом води, високою температурою та інсоляцією, і починається з атмосферної посухи. Критичний варіант посухи – сухо-

<sup>1</sup> Петро Степанович ГНАТІВ – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник Інституту екології Карпат НАН України, Україна, м. Львів, тел: (0322) 70-74-43

<sup>2</sup> Представив дійсний член ЛАН України П.Р. Третьак

вій, що може розвиватися у зонах інтенсивної забудови з твердим замощенням у той час, коли за межами міста клімат цілком прийнятний для рослин.

Дефіцит води у тканинах рослин фіксується з моменту, коли транспірація (витрата) перевищує її надходження. Стійкий водний дефіцит має дві зовнішні ознаки: зрізаний пагінець не виділяє пасоки, а ранком зберігаються ознаки зневоднення тканини. Водний дефіцит, як правило, викликає тимчасове в'янення листків до середини дня. При цьому зростає всмоктуюча сила листків, що сприяє більш інтенсивному надходженню води з ґрунту.

Зневоднення клітин починається з втрати вільної води, зменшення водної оболонки білків. Порушується функціональність білків-ферментів, спадає активність ферментів синтезу, активізуються гідролітичні процеси. Гідроліз полісахаридів веде до нагромадження у тканинах розчинних вуглеводів, моноцукрів, дисахаридів, первинний синтез і відтік яких у корені сповільнений. Таким чином, збільшення вмісту простих вуглеводів у листках не у результаті активізації фотосинтезу, а за умов водного дефіциту – це неспецифічна адаптивна реакція стійких здорових дерев на несприятливі умови. Зокрема, нашими дослідженнями [9, 10, 14] встановлено, що такі породи, як дуб звичайний, гіркокаштан звичайний, бук лісовий в умовах інтенсивного техногенного пресу (сквери, вулиці) наращують вміст цукрів або інших безазотистих водорозчинних екстрактів у листках (рис.). У сприятливих для фотосинтезу умовах парку у листках дерев міститься менше водорозчинних цукрів, які зразу ж включаються у склад інших важливих метаболітів. Це свідчить про істотно більший діапазон адаптивних ресурсів дерев порівняно з вуличними, садовими міськими і навіть природними лісовими насадженнями.

У непристосованих рослин нагромадження сахарози, інших цукрів провокує інтенсивне дихання. Клітинне дихання – це джерело енергії рослини, що вивільнюється у результаті окислення органічних речовин з утворенням активних метаболітів. Однак посухостійкі організми, очевидно, не потребують додаткової енергії, оскільки істотних змін у їх диханні не спостерігається, а вміст цукрів у листках у результаті дихання не зменшується.

Водний дефіцит не лише гальмує дихання, а й рист і розтягування клітин, що зумовлює дрібноклітинність тканин. Останнє, у свою чергу, веде до істотного збільшення пропорції клітковини у загальній масі сухої речовини, особливо листка. За нашими дослідженнями [10, 15, 17], листки більшості порід (клен гостролистий, багряник японський, липа серцелиста, акація біла, ясен звичайний), що зростають у вуличних насадженнях та подібних за станом середовища скверах зеленої зони Львова і у лісі містять більшу пропорцію клітковини порівняно з парковими насадженнями. Однак у лісі, де мінімальний техногенний прес, діють інші екологічні фактори, що зумовлюють дрібноклітинність тканин. Їх можна об'єднати під таким поняттям як фітоценотична конкуренція (за поживні речовини, воду, світло).

Посухостійкість рослин збільшується при утворенні на листках товстої кутикули, яка будується з ку-

тину, восків, суберину – складних ефірів жирних кислот у сполучі з високомолекулярними одноатомними спиртами жирного ряду. Із маси всіх ефіроекстрактивних ліпідів воски, кутин, суберин у листках є домінуючими компонентами, оскільки запасних жирів у листках немає, а ліпіди мембран і фосfolіпіди становлять дуже малу їх пропорцію.

Очевидно, що загальний вміст ліпідів у листках порід з потовщеною кутикулою може характеризувати певну адаптованість рослини у ксерофілізованому середовищі. Виконані нами аналізи сухої речовини листків ряду порід дають підстави припустити, що у ксерофілізованому і забрудненому середовищі вулиць центру міста рослини адаптуються наращуючи ліпоїдний комплекс. Причому, у дуба звичайного, липи широколистої це спостерігається поступово від лісу, парку до скверу і вулиці [9, 10].

Серед інших біохімічних механізмів захисту від посухи можна виділити розщеплення (протеоліз) високомолекулярних білків до простих їх субпродуктів. Збільшення пропорції небілкових форм азотистих сполук і відтік їх з листків, зменшення вмісту білків свідчать про другу адаптаційну фазу дерева. Зокрема, максимальний, за нашими дослідженнями, в умовах Львова синтез білків у рослинах спостерігається в умовах парку, про що свідчить найвищий вміст як азоту, так і протеїну у листках дуба звичайного, лип серцелистої та широколистої [8, 10, 13], ясена звичайного, верби білої, акації білої. Найменший вміст протеїдів і, зокрема, білку виявлено у листках клена гостролистого, липи широколистої, верби білої вуличних та лісових насаджень, хоч пояснюється це зовсім різними причинами. У лісі синтез білку обмежений дефіцитом азотного і фосфорного живлення, а по вулиці – саме урбогенним пресом на рослини.

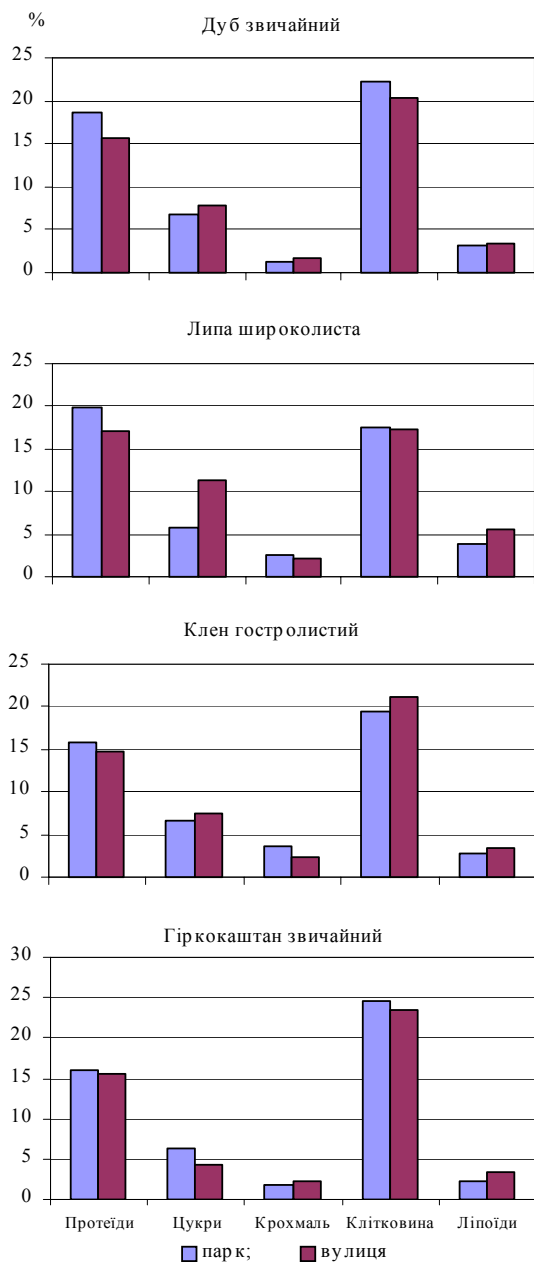
Надлишок води при перезволоженні або заболоченні ґрунтів викликає в основному хімічні стреси (гіпо-, аноксія, голодування на елементи мінерального живлення), що розглядатимуться нижче.

Пряма дія такого стресора як температура спостерігається у трьох проявах: перегріві, переохолодженні або заморожуванні. Для дендрофлори міст західного регіону України з помірноконтинентальним м'яким кліматом найбільш актуальними є перегрів і заморожування. Проблема переохолодження рослин існує у теплому субтропічному і тропічному поясах.

Як правило, перегрів рослин спостерігається при підвищенні температури тканин понад 35 °C і на фоні дефіциту води. При цьому збільшується або зменшується в'язкість цитоплазми, сповільнюється її рух, зростає концентрація клітинного соку і проникність клітин для гліцерину, еозину, сечовини та інших сполук. Екзоосмос знижує осмотичний внутрішньоклітинний тиск. Однак при температурі вище 35 °C він знову зростає, оскільки посилюється гідроліз крохмалю, збільшується пропорція моноцукрів. Таким чином, динаміка вмісту крохмалю, моноцукрів у листках дає певну інформацію про стійкість організмів до перегріву.

На фоні водного дефіциту перегрів істотно активізує гідроліз полімерів. Певну загрозу стійкості тканин листка при інтенсивному протеолізі створює вивільнений, або увібраний коренями аміак. Проте у стій-

ких організмів детоксикація аміаку досягається завдяки збільшенню вмісту органічних кислот, моноцукрів та інших безазотистих речовин у листках.



**Рис. Склад абсолютно сухої маси листків дерев у антропогенізованому середовищі, %**

Зіставлення фізіолого-біохімічних реакцій рослин на водний дефіцит і перегрів свідчать про їх тісний зв'язок і подібність.

Стійкість деревних рослин до морозу залежить від динамічності його зростання. Раптовий спад температури нижче 0°C спричиняє кристалізацію води у клітинах і їх механічне руйнування. Повільне охолодження сприяє формуванню кристалів льоду у міжклітинному просторі при витісненні повітря і зневодненні клітин. Отже, стійкість організму до морозів залежить від ступеня зневоднення клітин, водоутримуючої здатності та істотності їх механічного пошкодження.

Захист клітин від зневоднення через утворення льоду досягається за допомогою кріопротекторів, що

утворюються при гідролізі крохмалю до моно- та олігосахаридів, синтезі гідрофільних білків. Насичення клітинних стінок геміцелюлозою протидіє формуванню великих кристалів льоду у міжклітинному просторі і запобігає руйнації клітин. До перезимівлі морозостійкі рослини нагромаджують більше згаданих метаболітів і запасних поживних речовин, що є резервами стійкості та швидкого відновлення шляхом відростання. Таким чином, вищий вміст у морфологічних органах і тканинах конкретних деревних порід (форм, культиварів, сортів) крохмалю, цукрів, білків, жирів і деяких інших метаболітів можна розглядати як стійкі ознаки їх зимостійкості у нових умовах інтродукції [25].

Освітленість як фізичний стресор безпосередньо впливає на фотосинтез – процес трансформації організмом енергії світла у хімічну енергію сполук. Ефективність фотосинтезу у листяних порід істотно змінюється залежно від висоти крони, кількості листків і їх взаєморозміщення [19, 22, 28]. Нижчі гілки можуть взагалі не продукувати вуглеводів для зростання головного стовбура. Освітлені листки відрізняються від притінених більшою концентрацією хлорофілу на одиницю поверхні на кількість карбоксилюючих ферментів та носіїв електронів. Притінені листки формують більш потужний, ніж освітлені, світлопоглинаючий хлорофілбілковий комплекс, що сприяє ефективному використанню малоінтенсивного світла. У такий спосіб дерево частково балансує фотопродуктивність всіх здорових листків у кроні. Механічне пошкодження крони або стрижка зелених пагонів у літній період спричиняють стрес через зміну ступеня освітленості адаптованих до слабкого світла листків. Оскільки швидкі анатомо-морфологічні зміни у пошкоджену ФАР неможливі, деякі нестійкі породи до кінця вегетації можуть загинути.

Група фізичних стресорів, як правило, діє на рослини комплексно, тому їх реакції можуть проявлятися у досить несподіваних і досі не вивчених формах на біохімічному і клітинному рівнях.

Група хімічних стрес-факторів надзвичайно різноманітна і багата активними агентами у великих містах і промислових центрах [6, 7, 22, 26, 42]. Домінуючими є газові викиди транспорту та промисловості, дію яких неможливо розпізнати, тому доцільно розглядати у комплексі [22]. У складі викидів сірчистий газ, окисли азоту, чадний газ, фтор, хлор, аміак, сполуки важких металів, органічні сполуки, сажа, пил та інші. Експалати поділяють на чотири групи: дими, тумани, пари, пил. Дими, тумани і пари мають властивість безпосереднього проникнення у породи листків і впливу на метаболізм клітин. Пил закупорює їх, що погіршує транспірацію і газообмін, забруднення поверхні листків погіршує використання світла. Найагресивнішими є газові стресори, а саме фтор, хлор, окисли сірки та сполуки азоту [6, 22, 39, 42, 45]. Найстійкішими і довгодіючими поллютантами є важкі метали, що, як правило, включаються у малий біологічний цикл. Вони можуть негативно впливати як на фотосинтез рослин [3], так і на всі інші процеси у них.

Хімічні поллютанти промислового середовища активно впливають як на вміст вуглеводів у рослинах [5], так і на акумуляцію запасних асимілянтів, зокрема у насінні деревних порід [4].

Кислі гази і кислі дощі викликають постійне підкислення цитоплазми клітин, зумовлюють нагромадження кальцію, цинку, свинцю, міді та інших елементів [34]. Дослідження динаміки кислотності гомогенату живих листків дерев упродовж вегетації у техногенно забруднених умовах Львова [16] показало, що на початку літа спостерігається підкислення внутріклітинного середовища у більшості порід.

Згодом деякі породи зберігають підвищену кислотність, але більшість втрачають її і до осені набувають навіть лужної реакції. Крім того, встановлено, що насичення тканин листка зольними елементами, яке спостерігається у забрудненому довкіллі, тісно корелює з втратою кислотності гомогенату [12, 13].

Дефіцит кисню у ризосфері дерев, спричинений рекреаційним ущільненням, або частим тривалим перезволоженням ґрунту, викликає у рослин гіпоксію чи навіть аноксію. Пряма адаптивна реакція на аноксію полягає в істотному сповільненні розпаду білків та ліпідів. Непряма дія дефіциту кисню – створені анаеробні умови мікробіологічної діяльності у зоні кореневих волосків. Анаеробна мікрофлора ґрунту при депресії аеробної істотно погіршує мінеральне живлення деревних порід.

Нестача або відсутність певного елемента мінерального живлення рослини викликає настільки значні фізіолого-біохімічні зміни у клітинах, що вплив інших урбогенних факторів виявити стає неможливо. За інтенсивного газового забруднення повітря у зоні приземлення і розсіювання організованих промислових викидів [38, 39] вміст азоту істотно збільшується у багатьох порід: дуба звичайного, липи серцелистої, клена гостролистого та інших; в окремих порід (гіркогоштана звичайного) зростає слабо, а в акації білої дещо зменшується. Азотне голодування дерев у зеленій зоні веде до порушення синтезу амінокислот, білків, викликає хлороз листків і, зрештою гальмує ріст клітин. Дефіцит фосфору в організмі – це передусім порушення енергетичного забезпечення асиміляції і дисиміляції вуглеводів, жирів, білків, депресія генеративних функцій. Зменшення вмісту обмінного калію у ґрунті негативно позначається на катіонно-аніонному балансі клітин, порушує їх наводненість, зменшує посухостійкість дерев. Характерною ознакою магнезійного голодування є втрата хлорофілу старими листками між жилками, спад інтенсивності фотосинтезу і асиміляції. Нестача кальцію порушує електрофізіологічні внутріклітинні реакції, сповільнює ріст меристем. Мікроелементи мідь, бор, залізо, марганець, цинк та інші беруть безпосередню участь у ферментативних окисно-відновних реакціях, тому їх дефіцит знижує стійкість організму до урбогенного і техногенного середовища, як і дефіцит макроелементів.

Асиміляція рослинами [35, 36] та розподіл по дереву [21] елементів живлення досліджувалися здебільшого у лісових насадженнях для пошуку шляхів позитивного впливу на їх кругообіг та підвищення продуктивності лісостанів. Дослідження особливостей мінерального живлення дерев в умовах зеленої зони Львова сприяло з'ясуванню фактичних рівнів асиміляції N, P, K, Ca, Mg листками деяких порід залежно від екологічних умов розташування тест-об'єктів [11, 12].

Також встановлено біохімічні ознаки надходження елементів живлення у розрізі крони та пагона дуба звичайного та клена гостролистого, що ростуть у деградованому міському довкіллі [13]. Результати досліджень свідчать, що згадані породи найповніше асимілюють поживні елементи в умовах паркових насаджень, чим найкраще протистоять техногенному пресу міста, добре ростуть і розвиваються. Критичні умови живлення формуються у вуличних насадженнях, де спостерігається порушення багатьох інших, зокрема, похідних фізіологічних функцій. Останнє зумовлює наближення адаптаційних ресурсів до критичної межі у більшості обстежених порід.

Традиційно низькоякісне будівництво ґрунтового покриву під озеленення у зонах новобудов найчастіше ставало першопричиною створення несприятливих умов живлення рослин і їх всихання у молодому віці.

Крім дефіциту елементів живлення і гіпоксії, висока кислотність ґрунтів або підґрунтя гальмує нормальний розвиток корневих систем рослин. Протилежна крайність – інтенсивне підлужування, засолення або осолодіння міських ґрунтів. Пристосування видів до таких умов вирощування залежить здебільшого від їх екологічної адекватності.

З вищенаведеного випливає, що у зміненому антропогенними чинниками довкіллі інтродукція та акліматизація деревних рослин ускладнюється, але з врахуванням і вмілим використанням фізіолого-біохімічних ознак, як індикаторів адаптації, може бути цілком успішною. Особливості клімату і мікроклімату, ґрунтів, характеру забруднення зумовлюють істотні метаболічні зміни у рослинах, позначаються на їх живленні. На нашу думку, саме забезпечення можливості нормального живлення деревних рослин створює стабільну метаболічну базу адаптації організму у процесі інтродукції, акліматизації та культивування у різноманітних умовах. Аутоекологічна здатність порід асимілювати достатню кількість поживних речовин у різноманітних умовах антропогенізованих екосистем повинна служити основною позитивною ознакою при відборі як вихідного матеріалу, так і перспективних для сортовипробування особин у сучасній селекції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Антипов В.Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам. – Минск, 1979. – 214 с.
2. Базилевская Н.А., Мауринь А.М. Интродукция растений: Экологические и физиологические основы. – Рига, 1986. – 108 с.
3. Безсонова В.П. Вплив важких металів на пігментну систему листка // Укр. ботан. журн. – 1992. – Т. 49, № 2. – С. 63-65.
4. Безсонова В.П., Грицай З.В. Нагромадження запасних речовин у насінні *Acer platanoides* L. та *A. negundo* L. під впливом промислових викидів // Укр. ботан. журн. – 1998. – Т. 55, № 3. – С. 289.
5. Безсонова В.П., Дубова О.В. Зміни вмісту вуглеводів у пагонах троянд в умовах забруднення навколишнього середовища // Укр. ботан. журн. – 1995. – Т. 52, №1. – С. 82-84.
6. Биондикация загрязнения наземных экосистем / Под ред. Шуберта Р. – М.: Мир, 1988. – 346 с.
7. Влияние загрязнения воздуха на растительность / Под ред. Деслера Х.-Г. – М.: Лесн. пром., 1981. – 184 с.
8. Гнатів П.С. Біохімічні ознаки метаболізму листків у зв'язку з умовами мінерального живлення дерев // Науковий вісник. – Львів: УкрДПТУ, 1999. – Вип. 9.9. – С. 73-80.

9. **Гнатів П.С.** Видові метаболічні особливості адаптації дерев // Лісова селекція, насінництво та інтродукція в Українських Карпатах. – Івано-Франківськ, 1993. – С. 71-72.
10. **Гнатів П.С.** Ендофоліметаболічний метод діагностики дендрофлори // Український ліс. – Львів, 1994. – N 1. – С. 35
11. **Гнатів П.С., Мазепа В.Г.** Діагностика живлення деревних рослин в урбогенних умовах онтогенезу // Вивчення онтогенезу рослин природних та культурних флор у ботанічних закладах Євразії. – Київ-Львів: УкрДЛТУ, 1994. – С. 22-24.
12. **Гнатів П.С.** Мінералотрофна діагностика міської дендрофлори Львова // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. – Донецк, 1993. – С. 93-94
13. **Гнатів П.С., Артемівська Д.В.** Асиміляція елементів живлення фотосинтетичним апаратом дерев у різних екологічних умовах // Науковий вісник. – Львів: УкрДЛТУ, 1998. – Вип. 9.1. – С. 19-24.
14. **Гнатів П.С., Артемівська Д.В., Мазепа М.Г.** Екофізіологічна оцінка стану бука методом структурнометаболічного аналізу листків // Тези доп. VI Симпозіуму IUFRO з проблем бука. – Львів: УкрДЛТУ, 1995. – С. 14-15.
15. **Гнатів П.С., Ган Т.В.** Адаптація багрянника японського в умовах Львова // Проблеми та перспективи розвитку лісівничої освіти, науки та виробництва. – Львів: УкрДЛТУ, 1999. – С. 28-29
16. **Гнатів П.С., Мазепа М.Г., Артемівська Д.В.** Буферні властивості живих листків деревних рослин в умовах екологічної деградації доквілля // Науковий вісник. – Львів: УкрДЛТУ, 1998. – Вип. 8-1. – С. 6-11.
17. **Гнатів П.С., Сухомлин М.М.** Метаболічні передумови стійкості дуба черешкового // Захист лісів Українських Карпат від хвороб і шкідників. – Івано-Франківськ, 1992. – С. 18.
18. **Головкин Б.Н.** История интродукции растений в ботанических садах. – М., 1981. – 125 с.
19. **Горишина Т.К.** Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 204 с.
20. **Гродзинский Д.М.** Надёжность растительных систем. – К.: Наук. думка, 1983. – 368 с.
21. **Гузь М.М.** Кореневі системи деревних порід Правобережного лісостепу України. – К.: ВК "Ясмина", 1996. – С. 110-122.
22. **Илькун Г.М.** Загрязнители атмосферы и растения. – К.: Наук. думка, 1978. – 246 с.
23. **Калиниченко А.А.** Биоэкологические основы интродукции арборифлоры СССР у лесов Украины: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук / УСХА. – К., 1990. – 50 с.
24. **Калиниченко О.А.** Шляхи збагачення і покращення видового складу лісів України // Лісівнича наука та освіта: стан і перспектива / Матер. міжн. юв. конф., присв. 155-річчю ЛГФ і 70-річчю Боярської ЛДС. – К.: Різо-Принт, 1997. – С. 120-121.
25. **Кищенко И.Т., Шуляковская Т.А.** Динамика углеводородов у представителів роду *Picea (Pinaceae)* в умовах інтродукції // Бот. журн. – 1997. – Т. 82, № 6. – С. 103-108.
26. **Кондратюк Е.Н.** Древесные насаждения в оптимизации техногенной и рекреационной среды Приазовья. – К.: Наук. думка, 1992. – С. 102-104
27. **Кремер Пол. Д., Теодор Т., Козловський И.** Физиология древесных растений. – М.: Лесн. пром., 1983. – 461 с.
28. **Криницький Г.Т.** Морфофізіологічні основи селекції деревних рослин: Автореф. дис... д-ра біол. наук: 06.03.01, 03.00.12 / УДАУ. – К., 1993. – 50 с.
29. **Кулагин Ю.З.** Индустриальная дендрология и прогнозирование. – М., 1985. – 116 с.
30. **Кучерявий В.П., Гнатів П.С., Пахолок М.П.** Пошук морфофізіологічних показників стійкості рослин в урбогенних умовах // Тез. доп. 44-ої наук.-техн. конференції за підсумками НДР в 1991 р. – Львів: УкрДЛТУ, 1992. – С. 41-42.
31. **Кучерявий В.П.** Урбоэкологические основы фитомелирации. Ч.1. Урбоэкология. – М.: НПО "Информ.", 1991. – 376 с.
32. **Некрасов В.Н.** Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. – М., 1980. – 101 с.
33. **Патлай І.М., Журова П.Т., Гайда Ю.І.** Перспективи інтродукції лісових деревних порід в Україні // Інтродукція деревних та чагарникових рослин в Україні. – Краснокутськ, 1993. – С. 80-81.
34. **Пересипкіна Т.М., Дубова О.В., Фендюр Л.Н.** Фізіолого-біохімічні особливості рослин в умовах промислового середовища // Укр. ботан. журн. – 1997. – Т. 54, № 5 – С. 469-473.
35. **Петрушенко В.В.** Адаптивні реакції рослин. – К.: Вища школа, 1981. – 181 с.
36. **Пешко В.С., Криницький Г.Т.** Динамика содержания биогенных элементов в ассимиляционном аппарате основных эдификаторов дубово-сосновых вирубань // Лесн. журн. – 1975. – № 6. – С. 21-25.
37. **Плотникова Л.С.** Научные основы интродукции и охраны культурных растений флоры СССР. – М.: Наука, 1988. – 264 с.
38. **Промышленная ботаника** / Под ред. Кондратюка Е.М. – К.: Наук. думка, 1980. – 257 с.
39. **Фитотоксичность органических и неорганических загрязнителей** / Под ред. Кондратюка Е.М. – К.: Наук. думка, 1986. – С. 93-186.
40. **Харитонович Ф.Н.** Биология и экология древесных пород. – М.: Лесн. пром., 1968. – 304 с.
41. **Чаховский А.А.** Эколого-биологические основы интродукции древесных растений (покрытосеменные) в Белоруссии. – Минск.: Наука и техника, 1991. – 224 с.
42. **Шихова Н.С.** Биогеохимическая оценка состояния городской среды // Экология. – 1997. – №2. – С. 146-149.
43. **Шильков Г.Н.** Интродукция и акклиматизация растений. – М., 1963. – 488 с.
44. **Karolewski P.** Oddziaływanie zanieczyszczeń przemysłowych na procesy fizjologiczne i metabolizm roślin // Życie drzew w skażonym środowisku. – Warszawa-Poznań: PWN, 1989. – S. 273-339.
45. **Karolewski P.** Oddziaływanie tlenków azotu na rośliny drzewiaste // Życie drzew w skażonym środowisku. – Warszawa-Poznań: PWN, 1989. – S. 129-142.

*P. Hnativ*

## PHYSIOLOGICAL PROBLEMS OF INTRODUCTION OF WOOD PLANTS IN ANTHROPOGENOUS ENVIRONMENT

*The analysis of modern knowledge about influence of the basic ecological factors in physiological and biochemical processes of adaptation of trees plants is sent. Here are suggested the examples of results of author's researches of adaptive reactions of separate introduction species on conditions of L'viv urban zone environment. The importance of creation of conditions for an optimum mineral feed of plants as basis of their metabolic adaptation in new environment is considered.*