

УДК 581.14: 635.9 (477-25)

ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ ДЕРЕВНИХ ВИДІВ РОСЛИН В ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ м. КИЇВ

Н.Г. Нестерова

аспірантка кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

І.П. Григорюк

член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Наведено результати вивчення водного режиму деревних видів рослин у різних екологічних умовах м. Київ. Визначено загальний і фракційний вміст води, коефіцієнти водоутримуючої, водовідновлюючої здатності й посухостійкості та водний дефіцит листків рослин. Установлено суттєвий вплив стресових чинників навколишнього природного середовища на водний режим рослин.

Ключові слова: *водний режим, деревні види рослин, посухостійкість, вільна і зв'язана вода, коефіцієнт водоутримання, коефіцієнт водовідновлення, коефіцієнт посухостійкості, водний дефіцит.*

.....

Глобальне підвищення температури планети через так званий парниковий ефект, зменшення вологості ґрунту і кількість опадів потребують розкриття фізіологічних і молекулярно-біохімічних механізмів формування та регуляції посухостійкості деревних видів рослин у паркових зонах великих міст і промислових центрів [1].

Деревні види рослин є унікальними індикаторами екологічних умов і стану забруднення навколишнього природного середовища, виконують важливу екосферну функцію, відіграють роль універсальних природних фільтрів очищення ґрунту, повітря й води від техногенних забруднень, мають вагоме архітектурне, лікувальне та народногосподарське значення. Для урбосередовища характерна висока концентрація населення, значний рівень забруднення атмосфери, несприятлива дія промислових газів, автотранспортних викидів, важких металів, посухи, засолення, високих температур повітря і одночасно недостатність зелених насаджень — компонентів, презентованих природними угрупованнями [2]. В умовах міських парків, скверів, алей і бульварів зростають деревні рослини, які переважно не формують повноцінних, тобто таких, що повною мірою відповідають структурі біогеоценозу, рослинних угруповань [3]. Тим не менш, саме рослинні

організми у міському середовищі визначають можливості існування тих чи інших тварин, беруть участь в очищенні повітря від аерозолів і газів, постачають в атмосферу кисень, пари води, фітонциди тощо. Повноцінна система озеленення розглядається як одна з обов'язкових умов стійкого розвитку міського середовища [4].

Міські мегаполіси внаслідок високої концентрації населення і виробництв піддаються різноманітним екологічним впливам, які негативно діють на біотичні угруповання. Вплив на живі організми відбувається через різні види забруднення атмосферного, водного та ґрунтового середовища. Для оптимізації стану міського середовища активно використовують озеленення. Зелені рослини підвищують комфортність проживання в містах шляхом здійснення фітомеліоративних функцій (є терморегуляторами, фітофільтрами, мають ландшафтне, рекреаційне та естетичне значення), що вивчено достатньо широко. Одночасно вони можуть затримуватися в рості і розвитку внаслідок негативного впливу стресових чинників урбогенного середовища [5; 6].

Оптимальні умови росту і розвитку деревних декоративних видів рослин у міській зоні залежать від багатьох чинників, передусім водного режиму рослин, зокрема транспі-

рації, водоемності, обводненості, вододефіциту тощо [7]. Оптимальне водозабезпечення важливе для ритмічного функціонування фізіологічних процесів і оптимізації продукційності рослин [8].

Мінливість водного режиму рослин обумовлена інтенсивністю фотосинтетичної радіації, температурними градієнтами в системі ґрунт — рослина — атмосфера, відносною вологістю повітря, швидкістю і спрямованістю вітру, діапазоном активної вологи в ґрунті [9].

Метою дослідження є визначення інтегральних показників водного режиму найпоширеніших деревних видів рослин під впливом несприятливих чинників природного та антропогенного походження.

Вибір екологічних умов зростання здійснено за методикою [2; 5; 10]. Об'єктами дослідження є деревні види рослин, найпоширеніші у вуличних та паркових насадженнях міста Київ, зокрема гірकोкаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), гірकोкаштан червоний, або павія (*Aesculus pavia* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* L.), липа широколиста (*Tilia platyphyllos* Scop.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), клен цукровий (*Acer saccharinum* L.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.), тополя чорна (*Populus nigra* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia* L.) та береза повисла (*Betula pendula* Roth.), що зростають у трьох зонах міста. Перша — це зона умовного контролю — Ботанічний сад НУБіП України; друга — Голосіївський та Маріїнський парки і Ботанічний сад імені академіка О.В. Фоміна КНУ імені Тараса Шевченка і третя — вуличні зелені насадження поблизу автомагістралей з інтенсивним рухом транспорту (вулиці Червоноармійська і Горького, проспекту 40-річчя Жовтня та Науки).

Водний режим характеризували наступними показниками: загальний і фракційний вміст води, водний дефіцит, коефіцієнти водоутримання, водовідновлення та посухостійкості листків деревних видів рослин [11; 12]. Загальний та фракційний вміст води визначали рефрактометричним методом з використанням осмотично-активного 30%-го розчину сахарози.

Денний водний дефіцит і коефіцієнти водоутримання, водовідновлення та посухостійкості листків здійснювали за методом

[12]. Для цього відбирали середні зразки листків (по 10 шт.) із середнього ярусу деревних видів рослин у трикратній повторності. В лабораторії зразки розміщували на стелажах у провітрюваному приміщенні і залишали в умовах кімнатної температури на 24 години. Після підсушування листки повторно зважували і занурювали в ємності з водою також на 24 години. Після насичення водою їх знову зважували і за формулами розраховували відповідні коефіцієнти [13]:

$$\text{водоутримання } K_{\text{вy}} = \frac{\text{Маса листків після підсихання}}{\text{Маса свіжих листків}} \times 100\%;$$

$$\text{водовідновлення } K_{\text{вв}} = \frac{\text{Маса листків після насичення водою}}{\text{Маса свіжих листків}} \times 100\%;$$

$$\text{посухостійкості } K_{\text{пс}} = \frac{K_{\text{вy}} \times K_{\text{вв}}}{100\%};$$

$$\text{водоутримання ВД} = \frac{K_{\text{вв}} - 1}{K_{\text{вy}} - K_{\text{вв}}} \times 100\%;$$

Якісний аспект водного режиму — це внутрішній баланс води, показником якого є тургор клітин і тканин рослин. Тургор визначає вміст води у клітинах і тканинах як окремих органів, так і рослини в цілому, а також є об'єктивним показником фізіологічного стану організму [9]. Значною фізіологічною активністю володіють клітини з високим ступенем обводнення [14; 15]. Вміст води у листках мезофітів досягає 85% і більше. Для оптимального росту і розвитку деревних видів рослин упродовж вегетаційного періоду необхідна певна кількість води. Нагромадження пулів води в асиміляційних органах залежить від екологічних умов зростання, що дає змогу здійснювати комплексну оцінку стану водного балансу деревних видів рослин. Денні і сезонні коливання вмісту води у тканинах характеризують стан рослин у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. За ступенем міцності зв'язку молекул води з адсорбційними центрами оцінюється стан систем життєдіяльності рослин [13].

Згідно з отриманими нами даними, деревні види рослин у третій екологічній зоні відзначалися підвищеною обводненістю порівняно з першою зоною. У першій зоні найменшу обводненість мали листки рослин

тополі чорної — 49%, гіркокаштана червоного, або павія — 52%, робінії псевдоакації — 58 та дуба звичайного — 59%, а найвищою — гіркокаштана звичайного та липи широколистої 72 та 71% відповідно. Достовірних відмінностей між показниками вмісту води в листках рослин у першій і другій зони нами не виявлено. У магістральних посадках третьої зафіксовано зростання досліджуваного показника порівняно з контролем (рис. 1).

Сезонні зміни обводненості рослин у першій зоні і магістральних посадках з наростанням антропогенного навантаження зумовлені поступовим зниженням кількості води в листках у зв'язку з процесами їх старіння, ступенем забезпечення вологою та погодними умовами сезону. Найвища обводненість тканин у досліджуваних видів рослин спостерігалася у червні. У більшості рослин третьої зони зафіксовано підвищення загальної кількості води, порівняно з контролем, що необхідно розглядати як їх адаптаційну ознаку щодо ґрунтової посухи. Листки деревних видів рослин за показником амплітуди коливання характеризувалися помірним вмістом води протягом вегетації, що підтверджує їх належність до групи мезофітів.

Детальніше розкрити закономірності водного режиму можливо через фракційний

аналіз складу води рослин. Лабільна, або рухома вода в клітині є чинником швидкого реагування на зовнішні умови та важливим компонентом внутрішньоклітинного середовища, в якому відбуваються метаболічні процеси. Зв'язана осмотично-активними речовинами вода обумовлює стійкість рослин до несприятливих умов середовища, а саме ґрунтової та атмосферної посухи [15].

Зростання загального рівня обводненості тканин дослідного варіанта по відношенню до контролю відбувалося за рахунок підвищення вмісту зв'язаної форми води в листках клена гостролистого, робінії псевдоакації і липи за умов порівняно сталої кількості вільної (рис 2).

Таке збільшення загальної обводненості є показником сформованості адаптаційного механізму, спрямованого на її утримання у рослинних тканинах за рахунок осмотично-активних речовин. У листках рослин гіркокаштана звичайного, клена цукрового і берези повислої за умов практично незмінного рівня обводненості у третій зоні порівняно з контролем, виявлено різкі відмінні співвідношення фракції води у напрямі зростання вільної, вміст якої у них підвищувався в середньому із 21, 15 і 16 до 59, 53 та 58% відповідно. Така універсальна фізіологічна

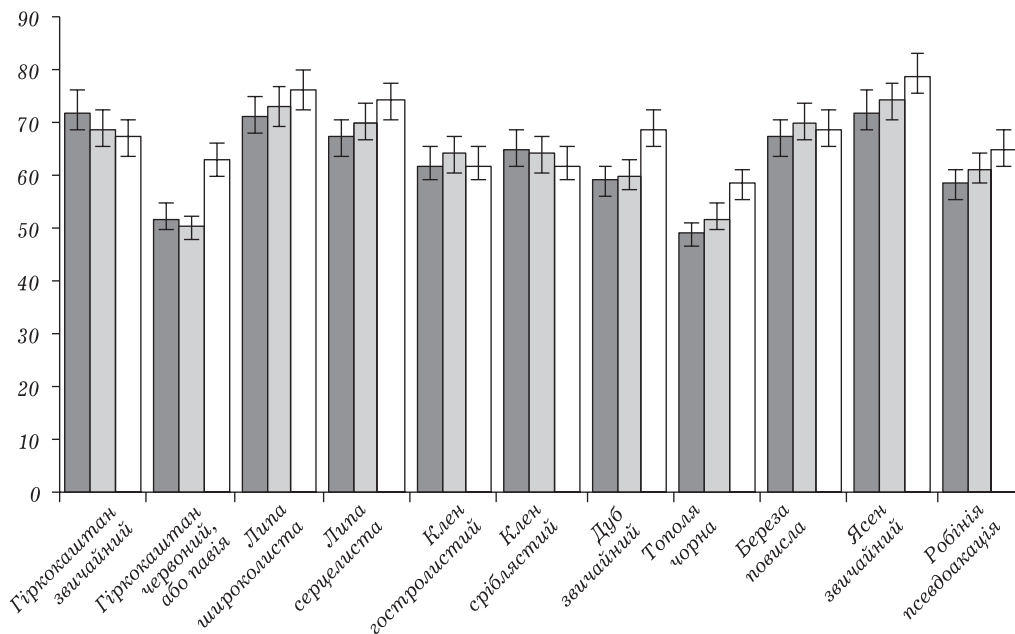


Рис. 1. Загальний вміст води в листках деревних видів рослин у різних екологічних умовах зростання по зонах, %: ■ перша; ▒ друга; □ третя

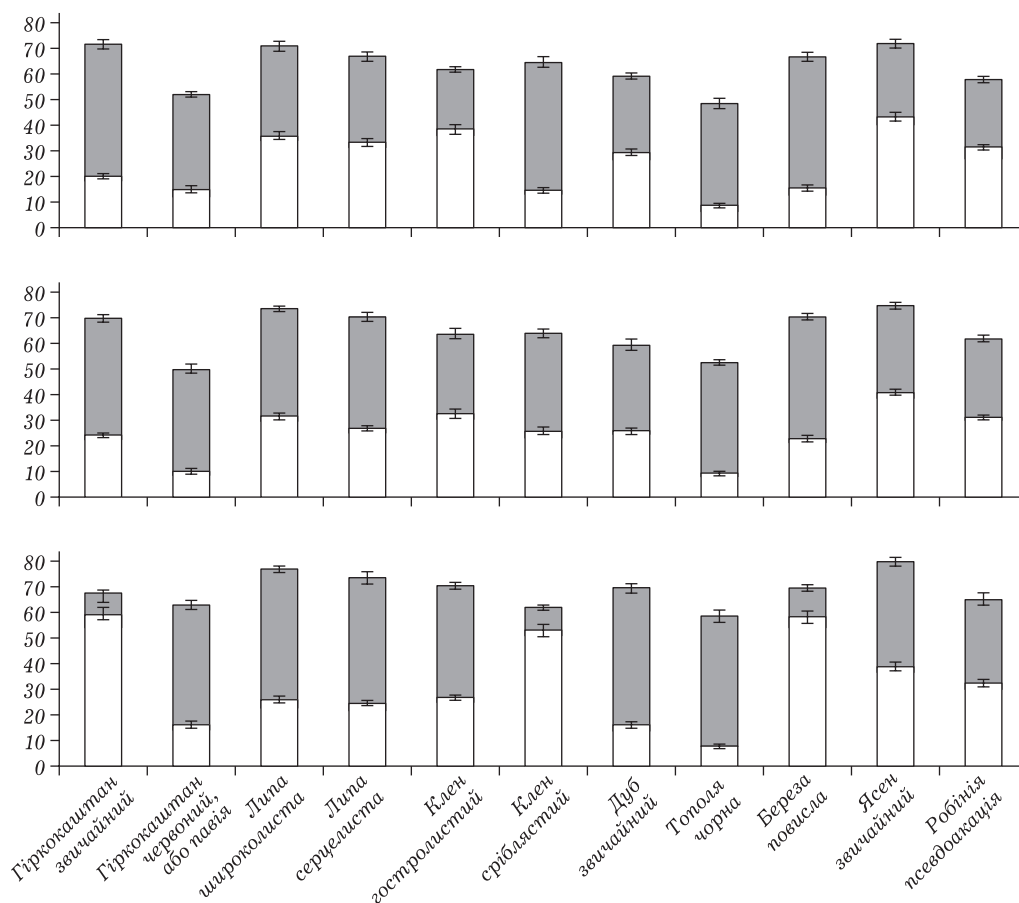


Рис. 2. Вміст вільної та зв'язаної фракцій води у листках деревних видів рослин у різних екологічних умовах зростання, %:
 ■ вільна; □ зв'язна

реакція на гідротермічний стрес може бути спричинена впливом полутантів, активацією інтенсивності транспірації з метою запобігання їх перегріву і різним ступенем доступності води для рослин. За умов подальшого погіршення водозабезпечення у деревних видів рослин знижується стійкість до посухи через швидку втрату вільної води. У листках рослин дуба звичайного збільшення загальної обводненості відбувалося внаслідок зростання фракції зв'язаної води та зменшення вільної. Водночас суттєве підвищення зв'язаної води простежувалось у листках дуба звичайного в магістральних посадках із погіршеною екологічною ситуацією. Збільшення загального вмісту води в листках рослин робїнії звичайної та ясена звичайного супроводжувалося одночасним зростанням кількості зв'язаної й зменшенням - вільної води, проте, на відміну від дуба звичайного, не виявлено істотної різниці за умов переходу із першої в третю. Листки

рослин гірकोкаштана червоного, або павія і тополі чорної мали середній рівень обводненості, який підтримували шляхом підвищеної кількості зв'язаної фракції води. Така тенденція підтверджує високу стійкість деревних видів рослин до умов техногенного навантаження.

Як свідчать результати дослідження коефіцієнтів водоутримання, водовідновлення і посухостійкості, відновлення водозабезпечення клітин активніше відбувалося в листків деревних видів рослин, які стійкі до чинників ґрунтової посухи. Так, у нестійких до посухи рослин $K_{ВВ}$ суттєво знижувався порівняно з контролем. Проте підвищення водоутримуючої здатності і ступеня відновлення клітин у листках деревних рослин, які стійкі до посухи, достовірно зумовлювало зростання їх $K_{ПС}$ унаслідок скорочення втрат води в умовах денного водного дефіциту (рис. 3). В експериментах $K_{ВУ}$ листків цих видів рослин знижувався в червні і липні, а

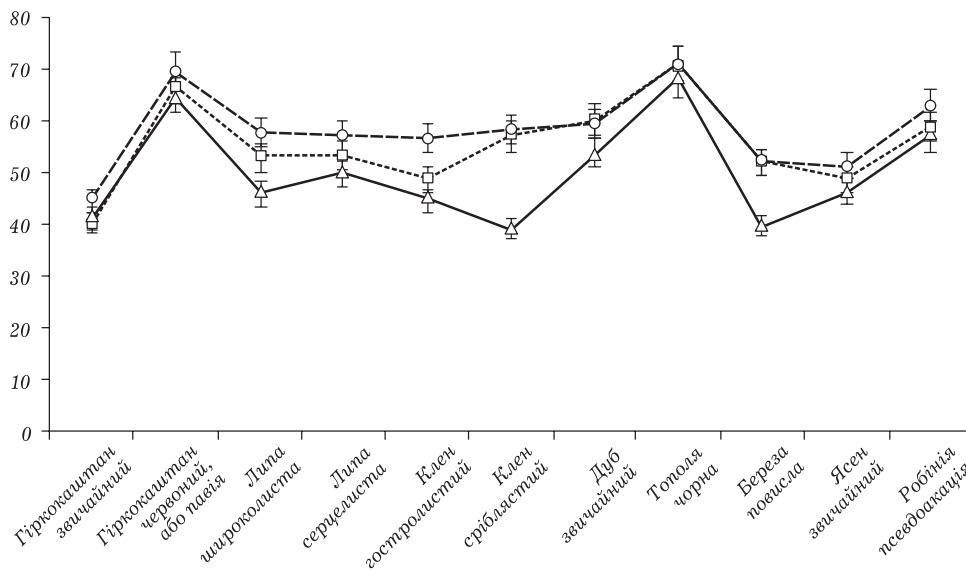


Рис. 3. Динаміка коефіцієнта посухостійкості деревних видів рослин у різних екологічних умовах зростання по зонах, %:
 —○— перша; —□— друга; —△— третя

в серпні спостерігалось його незначне підвищення. Це може обумовлюватися порушенням захисних функцій клітинних мембран унаслідок тривалішої дії полутантів на асиміляційний апарат і накопичення в листках забруднюючих токсичних речовин. У третій екологічній зоні (магістральні посадки) досліджуваний показник дещо зростає.

У червні здатність листків деревних видів рослин утримувати воду в екологічних умовах зростання зменшувалася, у липні порівняно із першою зоною показник збільшувалася лише у третій, а в серпні — і в другій зонах.

Коефіцієнт посухостійкості — це визначальний показник якості середовища, високий рівень якого в різних екологічних умовах зростання свідчить про значну пластичність виду та його адаптаційних можливостей. Так, листки рослин тополі чорної, дуба звичайного, гіркокаштану червоного, або павія та робінії псевдоакації характеризувалися досить високими показниками K_{ps} . Отримані результати свідчать про підвищення ступеня адаптації рослин до дефіциту вологи в ґрунті. Протягом вегетації найвищі значення K_{ps} зафіксовано в листках рослин у липні як реакція на посилення напруженості високо-температурного і водного стресу. Достовірно зниження K_{ps} за умов переходу із першої зони в третю виявлено в листків клена сріблястого та берези повислої. Стає очевидним,

що низький рівень адаптації деревних видів рослин до несприятливих умов зростання у магістральних посадках зумовлений недостатнім фракційним вмістом води в листках. У гіркокаштану звичайного визначено стабільно низькі значення K_{ps} , що підтверджує втрату його пластичності в умовах промислового міста і порушення функціонування механізмів адаптації до посухи.

Водний дефіцит є одним з інтегральних показників фізіологічного стану рослин, який спричиняє зниження ступеня поглинання води, кореневого потенціалу, інтенсивності транспірації, фотосинтезу, активності ферментних систем, процесів росту і розвитку рослин [16]. За умов значного водного дефіциту (40–50%) відбувається загибель багатьох деревних видів рослин. Так, у природних умовах повне насичення клітин листків водою практично не спостерігається. У більшості випадків значення водного дефіциту коливаються від 10 до 20% [7]. В умовах великих міст тривалий водний дефіцит є наслідок стримування процесів поглинання води коренями деревних рослин, що зростають на забруднених фітотоксикантами ґрунтах або в умовах підвищеної транспірації.

Згідно з динамікою середніх за літній період показників водного дефіциту в листках деревних видів рослин (рис. 4) у вуличних магістральних посадках вони зазнають значно більшого водного дефіциту, ніж у

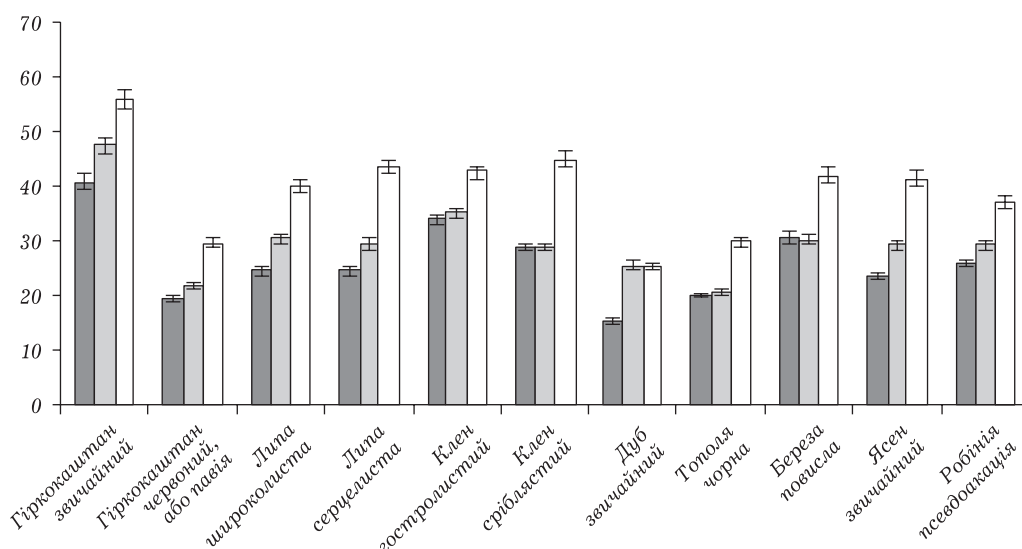


Рис. 4. Динаміка водного дефіциту деревних видів рослин у різних екологічних умовах зростання по зонах, %:
 ■ перша; ■ друга; □ третя

першій контрольній зоні. Однією з причин збільшення водного дефіциту в рослинах третьої зони є зниження загального пулу води, яке не забезпечує їх необхідною кількістю вологи для оптимального протікання фізіолого-біохімічних процесів.

На початку вегетації рослин, коли кількість вологи у ґрунті була найбільшою, спостерігався найменший водний дефіцит. Цей показник рослин зростав протягом вегетаційного періоду і найвищі його значення зафіксовано за умов найбільшої інтенсивності транспірації та напруженості метеорологічних чинників. У кінці вегетації рослин значення водного дефіциту дещо знижувалося, що пов'язано зі скороченням витрат води листками у процесі транспірації та збільшенням їх обводненості.

Максимальні показники водного дефіциту в листків деревних видів рослин зафіксовані в липні, а найменші — у червні. Найменшим він виявився у дуба звичайного, гіркокаштану червоного, або павія і тополі чорної — відповідно 15,3, 19,1 й 20,3% у контрольному варіанті та 25,2, 29,7 і 29,9% у третій зоні. Максимальний водний дефіцит спостерігався у листках рослин гіркокаштану звичайного, клена гостролистого та берези повислої — 40,6, 33,7 і 30,6% у першій зоні та 56,0, 42,6 і 41,8% у третій зоні — магістральних посадок. Необхідно зазначити, що в умовах вуличних насаджень листки практично всіх деревних видів рослин мали

підвищений дефіцит води порівняно з контрольною зоною.

ВИСНОВКИ

Стійкість деревних видів рослин до ґрунтової посухи в умовах Київського мегаполісу залежить від рівня обводненості і співвідношення фракцій вільної та зв'язаної води.

Коефіцієнт посухостійкості є інтегральним показником ступеня адаптації деревних видів рослин до недостатнього водозабезпечення ґрунту.

Водний дефіцит залежить від фізіологічних особливостей деревних видів рослин, який із збільшенням температури повітря та антропогенного навантаження суттєво зростає.

Найстійкішими за показниками водного режиму у м. Києві виявилися рослини тополі чорної, гіркокаштану червоного, або павія, робінії псевдоакації і дуба звичайного, які доцільно використовувати в паркових ансамблях та вуличному озелененні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козюкина Ж.Т. Устойчивость растений к отрицательным факторам среды / Ж.Т. Козюкина. — Д.: ДГУ, 1980. — С. 104
2. Григорюк І.П. Вплив ґрунтової посухи на вміст води, вуглеводів та азоту в сіянцях деревних рослин / І.П. Григорюк, П.П. Яворовський // Аграрна наука і освіта. — 2005. — № 5-6. — С. 12-16.

3. Горышина Т.К. Растение в городе. / Т.К. Горышина — Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. — С. 150.
4. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф.М. Шакирова. — Уфа: Гилем, 2001. — С. 3–6.
5. Гриб Й.В. Екологічна оцінка стану навколишнього середовища методами фітоіндикації / Й.В. Гриб, І.А. Чемерис // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Вип. (29). — Рівне: НУВГП, 2005. — С. 3–11.
6. Джумабаева С.А. Современное состояние еловых лесов Прииссыккуля и влияние антропогенного воздействия на лесные биоценозы / С.А. Джумабаева // Исследование живой природы Кыргызстана. — Бишкек, 2002. — Вып. 4. — С. 46–51.
7. Цельникер Ю.Л. Скорость потери воды изолированными листьями древесных пород и устойчивость их к обезвоживанию / Ю.Л. Цельникер // Труды Института леса АН СССР. — 1955. — Т. 27. — С. 6–28.
8. Генкель П.А. Физиология растений: учеб. Пособ. / П.А. Генкель — М.: Просвещение, 1970. — С. 175.
9. Слейчер Р. Водный режим растений / Р. Слейчер. — М.: Мир, 1970. — С. 365.
10. Веретенников А.В. Физиология растений: учебник / А.В. Веретенников — М.: Академический проект, 2006. — С. 480.
11. Воскресенская О.Л. Физиология растений: учеб. пособ. / О.Л. Воскресенская, Н.П. Грошева, Е.А. Скочилова. — Йошкар-Ола, 2008. — С. 148.
12. Современные методы исследования и оценки засухо- и жароустойчивости растений / [И.А. Григорюк, В.И. Ткачев, С.В. Савинский, Н.Н. Мусиенко]. — К.: Наук. світ, 2003. — С. 139.
13. Деклараційний патент на винахід № 45055 А, Україна, МКП А01G7/00. Спосіб оцінки стійкості сортів картоплі до посухи / І.П. Григорюк, В.І. Ткачов, Т.П. Нижник, В.М. Мицько, Н.І. Войцешина; Заявник і патентовласник — Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. — Опубл. 15.03.02, Бюл. № 3.
14. Гусев Н.А. Некоторые закономерности водного режима растений / Н.А. Гусев. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — С. 158.
15. Крамер П. Физиология древесных растений / П. Крамер, Т. Козловский. — М.: Гослесбумиздат, 1963. — С. 627.
16. Шматько И.Г. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам / И.Г. Шматько, И.А. Григорюк, О.Е. Шведова. — К.: Наук. думка, 1989. — С. 224.

УДК 574.58.001.8

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД У МЕЖАХ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

І.В. Шумигай

*кандидат сільськогосподарських наук,
науковий співробітник*

Інститут агроєкології і природокористування НААН

З'ясовано, що нерівномірність розподілу запасів підземних вод на території та в часі, зростаючі об'єкти використання зумовили дефіцит цих ресурсів у багатьох країнах. Досліджено процес споживання підземних вод населенням сільських територій України.

Ключові слова: *підземні води, водоспоживання, водокористування.*

Колишній Генеральний секретар ООН Кофі Анан в одній із своїх доповідей зазначав, що вода — це безцінний скарб, без якого ми не спроможні прожити. До того ж водні ресурси вкрай вразливі: діяльність людини згубно впливає на кількість і якість прісної води.

Світові ресурси прісної води перебувають під загрозою, тому що потреби в ній підвищуються в багатьох галузях, а також дедалі зростають відповідно до збільшення кількості населення. Від гострої нестачі води питної потерпає населення аридних і напіваридних районів Землі. Згідно з