

І. А. Іванько✉, А. Ф. Кулік, В. В. Ніколаєва

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,  
просп. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49010

### ОЦІНКА АЛЕЛОПАТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЕЯКИХ НАТУРАЛІЗОВАНИХ ДЕРЕВНО-ЧАГАРНИКОВИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

Нині інтродуковані чужорідні деревно-чагарникові види стали невід'ємними компонентами зеленої інфраструктури міст та позаміських штучних лісонасаджень у всьому світі і доля участі їх у регіональних дендрофлорах неухильно зростає. Деревно-чагарникові інтродуценти нарівні з автохтонними виконують широкий спектр екологічних функцій та екосистемних сервісів, але за умов успішної натуралізації та нарощування інвазійної активності можуть викликати негативні біологічні, екологічні, соціальні та економічні наслідки. Потенційна можливість еволюціонування адвентивних видів у вторинних ареалах у напрямок нарощування алелопатичної активності та конкурентності по відношенню до місцевих видів викликає необхідність оцінювання їх алелопатичного потенціалу як можливого предиктора їх успішної інвазійної активності. Алелопатичну активність видів визначали за методикою біопроб на основі впливу водних екстрактів різної концентрації, отриманих із сухої біомаси листків, на проростання насіння тест-культури *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* (L.) Domin та біометричні показники проростків *Lepidium sativum* L. Визначено, що в умовах північного степового Придніпров'я натуралізовані деревно-чагарникові інтродуценти *Celtis occidentalis* L., *Morus alba* L., *Lonicera tatarica* L., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., *Prunus virginiana* L., *Prunus serotina* Ehrh., *Rhus typhina* L. мають значний алелопатичний потенціал, який може бути предиктором підвищення їх конкурентоспроможності по відношенню до місцевих видів та нарощування інвазійної активності в межах регіону. Водні екстракти із сухих листків досліджених деревних та чагарникових видів здійснювали пригнічуючий вплив на схожість насіння та біометричні показники проростків тест-культур, інтенсивність якого варіювала від виду рослин та концентрації екстракту. Оцінка алелопатичного потенціалу чужорідних деревно-чагарникових видів, які використовуються в зелених насадженнях міст та позаміських територій, є необхідним заходом для попереднього виявлення потенційно інвазійних видів, що сприятиме підвищенню ефективності управління зеленою інфраструктурою.

*Ключові слова:* деревно-чагарникові інтродуценти, алелопатична активність, водні екстракти, тест-культури, біометричні показники.

---

✉ E-mail: ivankoirina45@gmail.com

I. A. Ivanko✉, A. F. Kulik, V. V. Nikolaieva

*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine*

**ASSESSMENT OF THE ALLELOPATHIC POTENTIAL OF SOME  
NATURALIZED TREE AND SHRUBBY INTRODUCENTS UNDER  
CONDITIONS OF THE NORTHERN STEPPE DNEPER REGION**

Nowadays, introduced alien tree and shrubby species have become integral components of the green infrastructure in cities and suburban artificial forest plantations around the world, and their participation in regional dendroflora is steadily increasing. Along with autochthonous species, tree and shrubby introducents perform a wide range of ecological functions and ecosystem services, but, with successful naturalization and increased invasive activity, they can cause negative biological, environmental, social, and economic consequences. The potential for the evolution of adventive species in secondary habitats in the direction of increasing allelopathic activity and competitiveness compared with native species determines the need for assessment of allelopathic potential as a possible predictor of their successful invasive activity. The allelopathic activity of the species was determined by the bioassay method based on the effect of water extracts of different concentrations obtained from dry biomass of leaves on the germination of testing culture seeds of *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* (L.) Domin and biometric indicators of seedlings of *Lepidium sativum* L. It was determined that in the conditions of the northern steppe Dnieper region, naturalized tree and shrubby introducents *Celtis occidentalis* L., *Morus alba* L., *Lonicera tatarica* L., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., *Prunus virginiana* L., *Prunus serotina* Ehrh., *Rhus typhina* L. have significant allelopathic potential, which can be a predictor of increasing their competitiveness compared with native species and increasing invasive activity within the region. Water extracts from dry leaves of the studied tree and shrubby species had an inhibitory effect on seed germination and biometric indicators of testing cultures seedlings; the intensity of this effect varied depending on the plant species and extract concentration. Assessment of the allelopathic potential of the alien tree and shrubby species used in urban and suburban green planting is a necessary measure for preliminary identification of potentially invasive species, which will contribute to the increase of efficiency of green infrastructure management.

*Key words:* tree and shrubby introducents, allelopathic activity, water extracts, testing cultures, biometric indicators.

**Вступ**

Нині інтродуковані чужорідні деревно-чагарникові види стали невід'ємними компонентами зеленої інфраструктури міст та позаміських штучних лісонасаджень у всьому світі. Доля їх участі у дендрофлорі урбоєкосистем неухильно зростає, і нерідко вони вже переважають у видовому складі зелених насаджень та становлять основу дендрологічного різноманіття міст Європи [24, 28–32]. Понад 40 % штучних насаджень у світі створені із чужорідних деревних видів, що становить майже 58 млн га [11]. Деревно-чагарникові інтродуценти нарівні з автохтонними виконують широкий спектр екологічних функцій та екосистемних сервісів [32], але за умов успішної натуралізації та нарощування інвазійної активності можуть викликати негативні

біологічні, екологічні, соціальні та економічні наслідки [7, 14, 31]. Врегулювання наслідків спонтанного природного поновлення інвазійних видів в межах різних типів об'єктів міської та позаміської інфраструктури, сільськогосподарських угідь викликає необхідність залучення додаткових фінансів. Тому в сучасний період важливим завданням стає виявлення потенційно інвазійних видів ще до їх масового розповсюдження, що підвищує економічну ефективність заходів управління зеленими насадженнями [11, 28].

Вважається, що одним із дієвих механізмів освоєння чужорідними рослинами нових екологічних ніш та їх успішна інвазійна експансія пов'язані із застосуванням ними алелопатичної переваги над місцевими видами. Це так звана гіпотеза «нової зброї», згідно з якою чужорідні види рослин виділяють вторинні хімічні метаболіти у навколишнє середовище, які здійснюють фітотоксичний вплив на місцеві види або впливають на ґрунтову біоту, з якою взаємодіє автохтонна рослинність [13, 18, 22, 26]. Залежно від складу компонентів, а також від їх концентрації біологічно активні речовини можуть бути як інгібіторами, так і стимуляторами проростання насіння та процесів розвитку інших видів [4].

Нині комплексна оцінка алелопатичного впливу та потенціалу адвентивних видів з високою інвазійною активністю з метою пошуку шляхів обмеження їх поширення у природних, напівприродних та штучних екосистемах або використання у господарських цілях є перспективним науковим напрямом. Доведено, що алелопатія широко розповсюджена серед інвазійних видів рослин і має великий вплив на продуктивність та структуру рослинних угруповань за їх участю. Так, серед 524 інвазійних рослин, включених до метабази, алелопатія відмічена у 51,4 % видів та у 72 % обстежених родин [23]. За підсумками проведеного широкомасштабного метааналізу прямий алелопатичний вплив може на 25 % знижувати продуктивність інших видів, які зростають поруч [39]. Визначено, що значну роль у конкурентних відносинах між інвазійними чужорідними та місцевими видами також відіграє опосередкований вплив адвентивів через підстилку та ризосферу на автохтонну ґрунтову мікробіоту, який змінює її структуру, порушує мутуалістичні відносини з автохтонними рослинними видами, стимулює розвиток редуцентів, що пришвидшує кругообіг та оптимізує доступність поживних речовин для чужорідних видів [37]. Вважається, що найбільшу алелопатичну активність серед органів рослин, у тому числі деревно-чагарникових видів, мають листки, що зумовлено їх високим рівнем обміну речовин та процесів акумуляції продовж вегетаційного сезону [6].

Нині проведено достатньо широкий спектр досліджень та наведено дані щодо особливостей алелопатичного потенціалу та активності окремих інтродукованих, у тому числі потенційно інвазійних та інвазійних, деревно-чагарникових видів у різних країнах та географічних зонах. Так, доведено високий алелопатичний потенціал інвазійних *Acacia mearnsii* [19], *Ailanthus altissima* [16, 21], *Acer negundo*, *Amorpha fruticosa*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Juglans nigra* [15, 16] та значної кількості інших видів. При цьому вважається можливим процес еволюціонування адвентивних видів у вторинних ареалах у напрямку нарощування алелопатичної активності та конкурентності по відношенню до місцевих видів [36]. Це свідчить про необхідність подальших досліджень алелопатичної активності чужорідних деревно-чагарникових видів, які використовуються у зелених насадженнях міст та позаміських територій, як

одного із предикторів їх потенційної інвазійності, що є науково обґрунтованим заходом для попередньої оцінки екологічних ризиків від їх використання. Зважаючи на те, що адвентивні деревно-чагарникові види мають відмінні ступені інвазійної активності та свою специфіку алелопатичної активності у різних географічних зонах та регіонах, необхідним є урахування зональності та регіональності при визначенні їх алелопатичного потенціалу.

У роботі проаналізовано алелопатичний потенціал поширених у зелених насадженнях міст та позаміських штучних лісонасаджень інтродукованих деревно-чагарникових видів, які натуралізувалися та нарощують в останні десятиліття інвазійну активність у північному степовому Придніпров'ї.

#### **Об'єкти та методи дослідження**

Для оцінки алелопатичного потенціалу об'єктами досліджень були обрані натуралізовані у північному степовому Придніпров'ї деревно-чагарникові інтродуценти: каркас західний (*Celtis occidentalis* L.), шовковиця біла (*Morus alba* L.), жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.), магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), сумах оцтовий (*Rhus typhina* L.), черемха віргінська (*Prunus virginiana* L.) та черемха пізня (*Prunus serotina* Ehrh.). Для порівняння алелопатичного потенціалу місцевих та адвентивних видів у межах роду *Prunus* була також проаналізована алелопатична активність автохтонного виду – черемхи звичайної (*Prunus padus* L.).

Відбір рослинного матеріалу проведено на території ботанічного саду Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (м. Дніпро), розташованого в межах привододільно-балкового ландшафту. Ґрунти – культуроземи, сформовані на зональному ґрунті – чорноземі звичайному малогумусовому середьосуглинистому на лесовидних суглинках. Для всіх досліджених видів у межах території ботанічного саду характерне природне розповсюдження та формування життєздатного підросту. Листки відібрано з дорослих екземплярів наприкінці вегетаційного сезону (у вересні 2021 р.).

Алелопатичну активність видів визначали за класичною методикою біопроб [2, 3] на основі впливу водних екстрактів (розведення 1:10; 1:100), отриманих із сухої біомаси листків деревно-чагарникових видів на проростання насіння тест-культури редису (*Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* (L.) Domin) (сорт Скоростиглий) та біометричні показники проростків тест-культури крес-салату (*Lepidium sativum* L.) (сорт Афродита). Насіння пророщували в чашках Петрі в термостаті за температури 23°C. У кожную чашку додавали по 2 мл водного екстракту різної концентрації, у контрольні чашки – 2 мл дистильованої води та поміщали по 50 штук насіння редису або крес-салату. Підрахунок схожості починали при проростанні у контролі 50 % насіння. Досліди проведено у трикратній повторності. Алелопатична активність водних екстрактів оцінювалась в умовних одиницях кумарину (УОК) за методикою А. М. Гродзинського [2, 3]. За шкалою М. М. Матвєєва види, відповідно до активності їх вторинних метаболітів, були поділені на три групи: алелопатично сильноактивні ( $\geq 500$  УОК); алелопатично середньоактивні (300–500 УОК) та алелопатично малоактивні ( $\leq 300$  УОК) [6].

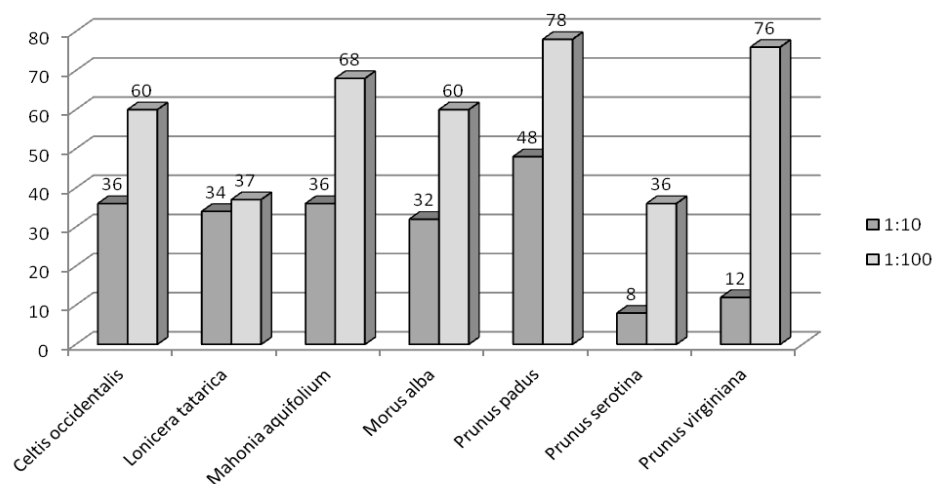
#### **Результати та їх обговорення**

Проаналізовано алелопатичний потенціал поширених у зелених насадженнях міст та позаміських штучних лісонасаджень інтродукованих

деревно-чагарникових видів, які натуралізувалися та нарощують в останні десятиріччя інвазійну активність у північному степовому Придніпров'ї.

Каркас західний (*Celtis occidentalis* L.) – дерево північноамериканського походження з родини *Cannabaceae*. Для території Європи є адвентивним видом, який має тенденцію до нарощування експансії [15, 16, 27, 30]. У степовій зоні України каркас західний переважно використовується в зелених насадженнях міст та дуже зрідка у складі захисних лісонасаджень. Нині його спонтанна масова поросль присутня практично у всіх міських парках та зелених зонах міст північного степового Придніпров'я та є знахідки природного поновлення у природних лісах Царичанського та Магдалинівського районів Дніпропетровської області [27], що дозволяє розглядати питання надання цьому виду статусу потенційно інвазійного для регіону.

Вивчення впливу алелопатично активних речовин із сухих листків адвентивного виду *Celtis occidentalis* на ріст тест-культур показало, що проростання насіння редису при різних концентраціях водного екстракту знижувалось на 64 % (при розведенні 1:10) та на 40 % (1:100) по відношенню до контролю, прийнятого за 100 відсотків (рис. 1; табл. 1). Це відповідає 310 та 183 умовним одиницям кумарину (УОК) при 74 УОК у контролі (рис. 2). Реєструється пригнічуючий ефект алелопатично активних речовин листків каркасу західного на біометричні показники тест-культури. За дії водних екстрактів з листків довжина коренів крес-салату зменшувалась на 73 та 53 % залежно від концентрації по відношенню до контролю; висота проростків крес-салату – на 65 та 14 % відповідно. За шкалою М. М. Матвєєва *Celtis occidentalis* належить до групи алелопатично середньоактивних видів.



**Рис. 1.** Схожість насіння тест-культури *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* під впливом водних витяжок із листя деревно-чагарникових видів за різних концентрацій (1:10; 1:100) (% від контролю). Контроль – 50 %

Жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.) – чагарниковий вид центральноазіатського походження з родини *Caprifoliaceae*. Є адвентивним для Європи [30] та вважається натуралізованим в Україні [9]. У північному степовому Придніпров'ї, як і у степовій зоні України в цілому, жимолость татарська є компонентом міських зелених насаджень та породою підліску та узлісних комплексів захисних лісонасаджень, де іноді формує нечисленну спонтанну поросль. Зафіксоване масове природне розповсюдження жимолості, яка ввійшла у стадію плодоношення, у штучних ясенево-дубових насадженнях лісового заказника загальнодержавного значення «Грушеватський» П'ятихатського району Дніпропетровської області.

Таблиця 1

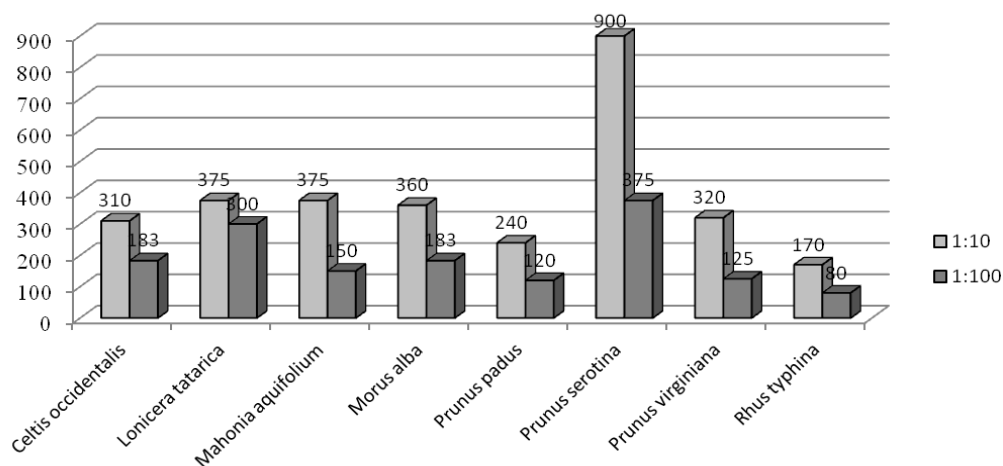
**Вплив алелопатично активних речовин листків  
деревно-чагарникових видів на ростові процеси тест-культур**

Варіанти	Розведення	Кількість насіння редису, яке наклонулось, %	Довжина коренів крес-салату, см	Висота проростків крес-салату, см
Celtis occidentalis	1:10	18	3,1±0,50	1,5±0,50
	1:100	30	5,4±0,70	3,7±0,80
Контроль	–	50	11,5 ± 1,40	4,3±0,30
Lonicera tatarica	1:10	19	1,59±0,20	2,5±0,30
	1:100	17	2,25±0,55	3,0 ± 0,40
Контроль	–	50	7,50 ± 1,75	5,0±0,40
Mahonia aquifolium	1:10	18	1,1±0,08	1,3±0,10
	1:100	34	4,5±0,50	3,0±0,50
Контроль	–	50	7,50 ± 1,75	5,0±0,40
Morus alba	1:10	16	3,2±0,50	2,5±0,50
	1:100	30	4,8±0,70	2,9±0,20
Контроль	–	50	11,5 ± 1,4	4,2±0,40
Prunus padus	1:10	24	3,36±0,84	0,91±0,10
	1:100	39	4,52±0,55	4,45±0,24
Контроль	–	50	7,89±0,92	4,69±0,95
Prunus serotina	1:10	4	1,21±0,22	0,42±0,07
	1:100	18	3,61±0,32	3,95±0,89
Контроль	–	50	7,89±0,92	4,69±0,95
Prunus virginiana	1:10	6	1,70±0,18	0,83±0,03
	1:100	38	3,81±0,21	4,27±0,76
Контроль	–	50	7,89±0,92	4,69±0,95
Rhus typhina	1:10	32	2,5±0,30	2,0±0,20
	1:100	46	3,5±0,50	3,0±0,50
Контроль	–	50	7,50 ± 1,75	5,0±0,40

При визначенні впливу алелопатично активних речовин листків *Lonicera tatarica* спостерігалось пригнічення проростання насіння редису на 66 та 63 % по відношенню до контролю та збільшення накопичення кумарину до 375 та

300 УОК залежно від концентрації водних екстрактів (табл. 1; рис. 1, 2). Екстракти листків жимолості татарської гальмували ріст проростків крес-салату на 50 % (при розведенні 1:10) та 40 % (1:100) по відношенню до контролю та пригнічували розвиток його кореневої системи – довжина коренів була меншою за контроль на 79 та 70 % відповідно. За шкалою М. М. Матвеева *Lonicera tatarica* належить до групи алелопатично середньоактивних видів.

Магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) – чагарниковий вид північноамериканського походження з родини *Berberidaceae*, який в окремих європейських країнах визнаний інвазійним [29], в Україні вважається натуралізованим [12]. Безпосередньо для північного степового Придніпров'я магонія падуболиста здебільш використовується в міських зелених насадженнях, де іноді формує нечисленну спонтанну поросьть. Зареєстровано окремі локації її масового природного розповсюдження з виходом у стадію активного плодоношення в штучних дубово-ясеневих лісонасадженнях лісового заказника загальнодержавного значення «Грушеватський» П'ятихатського району Дніпропетровської області, що дає підстави вважати її потенційно інвазійною.



**Рис. 2.** Алелопатична активність водних екстрактів листків деревно-чагарникових видів за різних концентрацій (1:10; 1:100) в умовних одиницях кумарину (УОК) (контроль = 74 УОК)

Визначення впливу алелопатично активних речовин листків адвентивного виду *Mahonia aquifolium* показало пригнічення проростання насіння редису залежно від розведення екстракту на 64 та 32 % по відношенню до контролю, що відповідає 375 та 150 умовним одиницям кумарину (УОК). Значно більший алелопатичний вплив спостерігається за впливу екстрактів листків магонії падуболистої на ростові процеси проростків тест-культур. Довжина коренів крес-салату при високих концентраціях (1:10) була майже на 85 % меншою за контроль; при низькій концентрації (1:100), наближеній до існуючих у природних умовах, нарощування довжини коренів пригнічувалось на 40 %. Спостерігалось інгібування росту проростків крес-салату на 74 % (при розведенні 1:10) та 40 % (1:100) по відношенню до контролю. За шкалою

М. М. Матвєєва *Mahonia aquifolium* належить до групи алелопатично середньоактивних видів. Значна алелопатична активність магонії, вірогідно, підвищує її конкурентну здатність по відношенню до інших видів рослин та може бути предиктором нарощування даним видом інвазійної активності у північному степовому Придніпров'ї.

Шовковиця біла (*Morus alba* L.) – деревний вид східноазійського походження з родини *Moraceae*. Нині визнана інвазійним видом в Америці та Південній Африці [20; 34], для Європи та України вважається адвентивним та натуралізованим в окремих регіонах [10;12]. Але в наш час в межах північного степового Придніпров'я та взагалі у степовій зоні України спостерігається активна експансія шовковиці білої, яка активно розповсюджується у різних типах біотопів – від антропогенно-порушених до природних лісових фітоценозів, що дає підстави вважати її потенційно інвазійною для даного регіону.

За результатами експерименту проростання насіння редису на водних екстрактах листків *Morus alba* пригнічувалось на 68 та 40 % залежно від концентрації по відношенню до контролю. Довжина коренів крес-салату при вирощуванні за дії екстрактів листків зменшувалась по відношенню до контролю на 72 % при концентрації 1:10 та на 58 % при концентрації 1:100. Спостерігалось інгібування росту проростків крес-салату на 40 % (при розведенні 1:10) та 31 % (1:100) по відношенню до контролю. За шкалою М. М. Матвєєва шовковиця біла належить до групи алелопатично середньоактивних видів – показник УОК при концентрації 1:10 становить 360 та при концентрації 1:100 – 183.

Черемха звичайна (*Prunus padus* L.) – аборигенний деревний вид європейсько-центрально-азіатського походження з родини *Rosaceae*. Дуже зрідка трапляється у природних лісах степової зони України та занесена до Червоного списку Дніпропетровської області (ЧКД 0) [8], але достатньо часто використовується в зелених насадженнях міст, де формує природний життєздатний підріст.

Дослідження алелопатичної активності *Prunus padus* показало, що проростання насіння редису за дії екстрактів листків залежно від концентрації пригнічувалось на 52 та 22 % по відношенню до контролю. Довжина коренів крес-салату при високих концентраціях (1:10) зменшувалась на 57 %, при низьких (1:100) – на 43 % відносно контролю. Відмічено пригнічування росту проростків крес-салату лише при високих концентраціях екстракту (1:10) – на 81 % по відношенню до контролю. При низьких концентраціях (1:100) показники висоти проростків крес-салату достовірно не відрізнялись від контролю. За шкалою М. М. Матвєєва черемха звичайна належить до групи алелопатично малоактивних видів – показник УОК при концентрації 1:10 становить 240 та при концентрації 1:100 – 120.

Черемха пізня (*Prunus serotina* Ehrh.) – дерево північноамериканського походження з родини *Rosaceae*. Є адвентивним видом для території Європи та Азії, де широко використовується в озелененні та проявляє значну інвазійну здатність [25; 35]. В Україні черемха пізня внесена до списку адвентивних видів рослин з високою інвазійною спроможністю [7]. Безпосередньо на території північного степового Придніпров'я вона ще не набула статусу інвазійного виду, але в сучасний період спостерігається її активне розповсюдження, формування віддалених локопопуляцій та нарощування інвазійної активності [27], що



дозволяє віднести черемху пізно до потенційно інвазійних видів для даного регіону.

Дослідження впливу алелопатично активних речовин з листків *Prunus serotina* на ріст тест-культур показало, що енергія проростання насіння редису при розведенні водного екстракту 1:10 знижувалось на 92 % та при 1:100 на 64 % по відношенню до контролю (табл. 1; рис. 1). Це відповідає 900 та 375 умовним одиницям кумарину (УОК) (рис. 2). Реєструється пригнічуючий вплив алелопатично активних речовин листків черемхи пізньої на ростові процеси тест-культур. За дії водних екстрактів з листків довжина коренів крес-салату зменшувалась на 85 та 54 % залежно від концентрації по відношенню до контролю. Спостерігається значне пригнічення росту проростків крес-салату при високих концентраціях екстракту (1:10) – на 91 % по відношенню до контролю; за низьких концентрацій висота проростків зменшувалась на 16 %. За шкалою М. М. Матвеева *Prunus serotina* належить до групи алелопатично сильноактивних видів, що, вірогідно, може сприяти подальшому нарощуванню її інвазійної активності на території північного степового Придніпров'я та степової зони України в цілому.

Черемха віргінська (*Prunus virginiana* L.) – деревний вид північноамериканського походження з родини *Rosaceae*. Є адвентивним видом для території Європи [30], де використовується в озелененні міст, але інформація щодо інвазійної активності *Prunus virginiana* відсутня. В межах північного степового Придніпров'я не досить розповсюджена та використовується в міських зелених насадженнях, де іноді формує спонтанний життєздатний підріст, який виходить у стадію плодоношення. У Дніпропетровській області відмічається натуралізація даного виду [10].

Оцінювання алелопатичної активності *Prunus virginiana* показало, що проростання насіння редису на екстрактах листків залежно від концентрації пригнічувалось на 88 та 24 % відповідно по відношенню до контролю. Довжина коренів крес-салату при високих концентраціях (1:10) зменшувалась на 79 %, при низьких (1:100) – на 52 % відносно контролю. За дії екстрактів листків реєструвалось інгібування росту проростків крес-салату, яке було найбільш виражене при високих концентраціях (1:10) – на 82 % по відношенню до контролю; при низьких концентраціях (1:100) показники висоти проростків крес-салату зменшувались лише на 9 %. За шкалою М. М. Матвеева черемха віргінська належить до групи алелопатично середньоактивних видів – показник УОК при концентрації 1:10 становить 320 та при концентрації 1:100 – 125. Тобто *Prunus virginiana* проявляє достатню високу алелопатичну активність при зростанні в умовах нового для неї ареалу в північному степовому Придніпров'ї.

Сумах оцтовий (*Rhus typhina* L.) – деревний вид північноамериканського походження з родини *Anacardiaceae*, для якого відмічено високу інвазійну активність в Азії, Європі, у тому числі в окремих регіонах України [1, 17, 29, 38]. В межах північного степового Придніпров'я активної інвазії сумаху оцтового ще не спостерігається, найбільш розповсюджені окремі локації з колоніальної порості. У місті Дніпро зареєстровано окремі випадки формування молодого життєздатного підросту сумаху у прибережній зоні Дніпра та вздовж залізничних колій без наявності поблизу материнських дерев.

За дії алелопатично активних речовин з листя *Rhus typhina* спостерігалось незначне пригнічення проростання редису: при розведенні 1:10 – на 36 % по

відношенню до контролю та при розведенні 1:100 – лише на 8 %, тобто без значущих відмінностей з контролем. Результати незначного алелопатичного впливу водного розчину з сухих листків сумаху оцтового на проростання тест-культур були отримані також для даного виду у вторинному ареалі у Китаї [33]. Більш суттєвий алелопатичний вплив спостерігався на ростові показники проростків крес-салату – довжина коренів при розведенні 1:10 зменшувалась на 67 % та при 1:100 на 53 % по відношенню до контролю; висота проростків зменшувалась на 60 та 40 % залежно від концентрацій. За шкалою М. М. Матвеєва сумах оцтовий належить до групи алелопатично малоактивних видів – показник УОК при концентрації 1:10 становить 170 та при концентрації 1:100 – 80.

Результати досліджень вказують на наявність алелопатичного потенціалу в досліджених натуралізованих деревно-чагарникових інтродуцентів, для яких спостерігається активне розповсюдження, формування віддалених спонтанних локопопуляцій та нарощування інвазійної активності у північному степовому Придніпров'ї.

За дії концентрованих водних екстрактів (1:10) листків досліджених деревно-чагарникових інтродуцентів схожість насіння тест-культури *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* знижувалася на 36–92 % відносно контролю залежно від виду та при більш низьких концентраціях (1:100) – на 8–64 %. Максимальний інгібуючий ефект на проростання насіння мали водні екстракти листків *Prunus serotina* у всіх концентраціях.

Екстракти з листків всіх досліджених видів виявляли пригнічуючий вплив на ріст проростків тест-культури *Lepidium sativum*. Довжина коренів проростків крес-салату за дії високих концентрацій (1:10) зменшувалась на 67–85 % відносно контролю, за низьких концентрацій (1:100) – на 40–70 %; висота проростків зменшувалась на 60–91 % при концентрації екстракту 1:10 та при концентрації 1:100 на 5–40 % відносно контролю.

Відповідно до активності їх вторинних метаболітів чужорідні деревно-чагарникові види в умовах північного степового Придніпров'я поділені на три групи: алелопатично сильноактивні ( $\geq 500$  УОК) – черемха пізня (*Prunus serotina* Ehrh.); алелопатично середньоактивні (300–500 УОК) – каркас західний (*Celtis occidentalis* L.), шовковиця біла (*Morus alba* L.), жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.), магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), черемха віргінська (*Prunus virginiana* L.) та алелопатично малоактивні ( $\leq 300$  УОК) – сумах оцтовий (*Rhus typhina* L.). В межах роду *Prunus* найбільш високі показники алелопатичної активності зареєстровано в адвентивних видів по відношенню до автохтонної черемхи звичайної (*Prunus padus* L.), яка за результатами досліджень належить до алелопатично малоактивних видів, але водні екстракти листя якої, особливо за високих концентрацій, також здатні пригнічувати ріст інших видів.

#### **Висновки**

В умовах північного степового Придніпров'я натуралізовані деревно-чагарникові інтродуценти черемха пізня (*Prunus serotina* Ehrh.), каркас західний (*Celtis occidentalis* L.), шовковиця біла (*Morus alba* L.), жимолость татарська (*Lonicera tatarica* L.), магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), черемха віргінська (*Prunus virginiana* L.) та сумах оцтовий (*Rhus typhina* L.) мають достатньо високий алелопатичний потенціал, який може бути

предиктором підвищення їх конкурентоспроможності по відношенню до місцевих видів та нарощування інвазійної активності в межах регіону. Більшість досліджених інтродукованих видів (86 %) належать до груп аллопатично сильно- та середньоактивних. В межах роду *Prunus* найбільш високі показники аллопатичної активності зареєстровані в чужорідних видів по відношенню до автохтонної черемхи звичайної (*Prunus padus* L.). Водні екстракти із сухих листків досліджених деревних та чагарникових видів здійснювали пригнічуючий вплив на схожість насіння та ростові показники проростків тест-культур, інтенсивність якого варіює від виду рослин та концентрації екстракту.

Оцінка аллопатичного потенціалу чужорідних деревно-чагарникових видів, які використовуються в зелених насадженнях міст та позаміських територій, є необхідним науково обґрунтованим заходом для попередньої оцінки екологічних ризиків від їх використання та виявлення потенційно інвазійних видів ще до їх масового розповсюдження, що сприятиме підвищенню ефективності управління зеленими насадженнями різного призначення.

#### Бібліографічні посилання

1. **Бамановська А., Кірлюк І., Отреба А.** Інвазивні рослини в околицях Національного парку Кампінос – сучасний стан та загрози для територій, що охороняються. Чорноморськ. бот. ж., 2019. 15 (2). С. 102–112.
2. **Гродзинский А. М.** Аллелопатия в жизни растений и их сообществ: основы хим. взаимодействия растений. Киев: Наукова думка, 1965. 200 с.
3. **Гродзинский А. М.** Основы химической взаимодії растений. Київ: Наукова думка, 1973. 205 с.
4. **Гродзинский А. М.** О новой концепции аллелопатии // Химическое взаимодействие растений : сб. науч. тр. / редкол. : А. М. Гродзинский (отв. ред.) [и др.]. Киев, 1981. С. 3–18.
5. **Ерѣменко Ю. А.** Аллелопатические свойства адвентивных видов древесно-кустарниковых растений // Промышленная ботаника. 2012. Вып. 12. С. 188–193.
6. **Матвеев Н. М.** Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара: Самарское кн. изд-во, 1994. 204 с.
7. **Протопопова В. В., Мосякін С. Л., Шевера М. В.** Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 2002. 28 с.
8. Червона книга Дніпропетровської області (Рослинний світ). Авторі-укладачі Б.О. Барановський, В.В. Тарасов / Під ред. А.П. Травлєєва. Дніпропетровськ: ВКК «Баланс-Клуб», 2010. 500 с.
9. **Шиндер О. І., Неграш Ю. М., Глухова С. А., Дойко Н. М., Рак О. О.** Адвентивні види роду *Lonicera* (Caprifoliaceae) у флорі Правобережної України // Наукові записки НаУКМА. Біологія і екологія. 2020. Т. 3. С. 58–65.
10. **[Baranovski B., Khromykh N., Karmyzova L., Ivanko I., Lykholat Y.](#)** Analysis of the alien flora of Dnipropetrovsk Province // [Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University](#). 2016. 6 (3). С. 419–429.
11. **[Brundu G., Pauchard A., Pyšek P. et al.](#)** Global guidelines for the sustainable use of non-native trees to prevent tree invasions and mitigate their negative impacts // [NeoBiota](#). 2020. 61. С. 65–116.

12. [Burda R., Koniakin S.](#) The non-native woody species of the flora of Ukraine: Introduction, naturalization and invasion // [Biosystems Diversity](#). 2019. Vol. 27. P. 276–290.
13. [Callaway R. M., Aschehoug E. T.](#) Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasions // [Science](#). 2000. Vol. 290(5491). P. 521–523.
14. [Castro-Díez P., Vaz A.S., Silva J.S., Van Loo M, Alonso Á, Aponte C, Bayón Á, Bellingham P.J., Chiuffo M.C., DiManno N., et al.](#) Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services // [Biological Reviews](#). 2019. 94 (4). P. 1477–1501.
15. [Csiszar A.](#) Allelopathic Effects of Invasive Woody Plant Species in Hungary // [Acta Silvatica et Lignaria Hungarica](#). 2009. 5. P. 9–17.
16. [Csiszar A., Korda M., Schmidt D., Sporcic D., Süle P., Teleki B., Tiborcz V., Zagyvai G., Bartha D.](#) Allelopathic potential of some invasive plant species occurring in Hungary // [Allelopathy Journal](#). 2013. Vol. 31., No. 2. P. 309–318.
17. [Denisow B, Wrzesień M, Mamchur Z, Chuba M.](#) Invasive flora within urban railway areas: a case study from Lublin (Poland) and Lviv (Ukraine) // [Acta Agrobot](#). 2017. 70(4):1727.
18. [Fan P., Marston A.](#) How can phytochemists benefit from invasive plants? // [Natural product communications](#). 2009. 4 (10), P. 1407–1416.
19. [Fatunbi A. O., Dube S., Yakubu M. T., Tshabalala T.](#) Allelopathic potential of *Acacia mearnsii* De Wild // [World Applied Sciences Journal](#). 2009. Vol. 7, No.12, P. 1488–1493.
20. Global Invasive Species Database (2022) Species profile: *Morus alba*. Downloaded from <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1559> on 31-10-2022;
21. [Gómez-Aparicio L., Canham C. D.](#) Neighbourhood analyses of the allelopathic effects of the invasive tree *Ailanthus altissima* in temperate forests // [Journal of Ecology](#). 2008. Vol. 96(3). P. 447–458.
22. [Inderjit, Callaway R. M., Vivanco J. M.](#) Can plant biochemistry contribute to understanding of invasion ecology? // [Trends in plant science](#). 2006. 11(12), P. 574–580.
23. [Kalisz S., Kivlin, S. N., Bialic-Murphy L.](#) Allelopathy is pervasive in invasive plants // [Biol Invasions](#). 2021. 23, P. 367–371.
24. [Kowarik I., von der Lippe M., Cierjacks A.](#) Prevalence of alien versus native species of woody plants in Berlin differs between habitats and at different scales // [Preslia](#). 2013. Vol. 85(2). P. 113–132.
25. [Langmaier M, Lapin K.](#) A Systematic Review of the Impact of Invasive Alien Plants on Forest Regeneration in European Temperate Forests // [Front. Plant Sci](#). 2020. 11:524969.
26. [Lorenzo P., Hussain M. I., González L.](#) Role of allelopathy during invasion process by alien invasive plants in terrestrial ecosystems // [Allelopathy: Current trends and future applications](#) / ed. : Z. A. Cheema, M. Farooq, A. Wahid. – Berlin, Heidelberg, 2013. P. 3–21.
27. [Lykholat Y., Khromykh N., Ivanko I., Matyukha V., Kravets S., Didur O., Alexeyeva A., Shupranova L.](#) Assessment and prediction of the invasiveness of some alien plants in conditions of climate change in the steppe Dnieper region // [Biosystems Diversity](#). 2017. Vol. 25(1), P. 52–59.

28. *Marinšek A., Bindewald A., Kraxner F., La Porta N., Meisel P., Stojnić S., Coccozza C., Lapin K.* Management of non-native tree species in urban areas of the Alpine space. 2022. 177 p.
29. *Mollerova J.* Notes on invasive and expansive trees and shrubs // [Journal of Forest Science](#). 2005. Vol. 51. P. 19–23.
30. *Pyšek P., Danihelka J., Sádlo J., Chrtek J. Jr., Chytrý M., Jarošík V., Kaplan Z., Krahulec F., Moravcová L., Pergl J., Štajerová K., Tichý L.* Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns // *Preslia*. 2012. Vol. 84. P.155–255.
31. *Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J.* Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // *Diversity and Distributions*. 2000. Vol. 6. P.93–107.
32. *Schlaepfer M. A., Guinaudeau B., Martin P., Wyler N.* Quantifying the contributions of native and non-native trees to a city's biodiversity and ecosystem services // *Urban Forestry & Urban Greening*. 2020. Vol. 56, 126861.
33. *Tianxu S., FadiAn L., Yongqi Z., Chuanhong Z., Bojing L., Ling W.X., Xiaoyan Y.* Allelopathic activity of exotic tree *Rhus typhina* // *Forest Research*. 2010. Vol. 23. P. 195-201.
34. *Warne A.* White Mulberry (*Morus alba*) Best Management Practices in Ontario. Ontario Invasive Plant Council, Peterborough, ON. 2020. 36 p.
35. *Wolkowyci D., Próchnicki P.* Spatial expansion pattern of black cherry *Padus serotina* Ehrh. in suburban zone of Białystok (NE Poland) // *Biodiversity Research and Conservation*. 2015. Vol. 40 (1). P. 59–67.
36. *Yang, R. Y., Mei L. X., Chen X.* Allelopathic effects of invasive *Solidago canadensis* L. on germination and growth of native chinese plant species // *Allelopathy J.* 2007. Vol. 19 (1) P. 241–247.
37. *Zhang P., Li B., Wu J., Hu S.* Invasive plants differentially affect soil biota through litter and rhizosphere pathways: a meta-analysis // *Ecology Letters*. 2019. 22(1). P. 200–210.
38. *Zhang Z., Jiang C., Zhang J., Zhang H., Shi L.* Ecophysiological evaluation of the potential invasiveness of *Rhus typhina* in its non-native habitats // *Tree Physiology*. 2009. 29(11). P.1307–1316.
39. *Zhang Z., Liu Y., Yuan L., Weber E., van Kleunen M.* Effect of allelopathy on plant performance: a meta-analysis // *Ecology letters*. 2021. 24(2). P. 348–362.

Надійшла до редколегії 28.10.2022 р.