УДК: 582.782.2 *https://doi.org/10.31861/biosystems2020.01.095*

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЗИМОСТІЙКОСТІ ТА ПОТЕНЦІЙНОЇ МОРОЗОСТІЙКОСТІ ДЕРЕВНИХ ЛІАН РОДИНИ *VITACEAE* JUSS. В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. В. МАКОВСЬКИЙ

Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України,
вул. Тімірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна,
e-mail: vitaliimakovskyi10@gmail.com

Метою дослідження було дослідити зимостійкість та потенційну морозостійкість інтродукованих деревних ліан родини Vitaceae родів Ampelopsis Michx. і Parthenocissus Planch. в умовах інтродукції в місті Київ, що знаходиться на території Правобережного Лісостепу України. Фактичну зимостійкість у польових умовах визначали шляхом встановлення ступеню підмерзання пагонів після зимового періоду, для чого вираховували відсоток його пошкодженої частини від загальної довжини. Залежність ступеню зимостійкості від фенологічних особливостей сезонного розвитку визначали як відношення тривалості вегетації до тривалості росту пагонів. Потенційну морозостійкість визначали шляхом встановлення біологічної межі морозостійкості окремих тканин однорічних пагонів через визначення рівня їх ушкодження в результаті проморожування при заданій температурі. За результатами досліджень встановлено, що деревні ліани роду Parthenocissus характеризуються достатнім рівнем зимостійкості та потенційної морозостійкості, а представники роду Ampelopsis – середнім та низьким. Таким чином, в умовах сучасних змін клімату, інтродуковані деревні ліани роду Parthenocissus проявляють себе як рослини з вищим порівняно з представниками роду Ampelopsis ступенем зимостійкості та потенційної морозостійкості, оскільки після зимового періоду їх пагони менше підмерзають, а тканини пагонів та бруньки меншою мірою піддаються шкодочинному впливу низької температури. Це свідчить про високу відповідність феноритміки їх сезонного розвитку кліматичним умовам Правобережного Лісостепу України, своєчасне входження в період спокою.

Ключові слова: природний ареал, фенологічні спостереження, проморожування.

Вступ. Вивченням зимостійкості деревних ліан родини *Vitaceae* дослідники займались як в Україні так і за її межами. В більшості робіт, присвячених цьому питанню, причиною недостатнього її рівня вказується генетично закріплена фенологічна специфічність сезонного розвитку і такі біологічні особливості як тривалість росту, ступінь визрівання пагонів та інші (Музика, 2002). Дослідженнями встановлено, що більшість представників родини *Vitaceae* поширені в тропічних регіонах Азії, Африки, Австралії, Неотропіках і на Тихоокеанських островах, однак двома родами (*Parthenocissus* і *Ampelopsis*) вона представлена у північно-помірних регіонах Землі (Soejima & Wen, 2006; Wen, 2007a; Wen & al., 2007). Зокрема, представники роду *Ampelopsis* розповсюджені у східній Азії, на Сході Північної Америки, в Мексиці, а також у Європі, а представники роду *Parthenocissus* – в Азії та Північній Америці (Wen & al., 2018). Досліджуючи зимостійкість рослин *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., інтродукованих у місті Київ, науковці охарактеризували їх як рослини із задовільним рівнем зимостійкості через недостатнє визрівання пагонів до настання заморозків, що пов'язано з високими показниками тривалості їх росту (більше 160 діб) та величиною приросту (200–300 см) за рік (Багацька, 2008). Вивчаючи біологічні особливості інтродукованих деревних ліан у місті Біла Церква, дослідниками було встановлено, що рівень зимостійкості *P. quinquefolia* є високим, *Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii' Graebn. дещо нижчим, а рослин *Ampelopsis aconitifolia* Bunge. і *Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Trautv. – недостатнім (Дойко, 2005). У результаті багаторічних досліджень інтродукційного потенціалу деревних ліан в Москві, співробітниками Ботанічного саду МНУ імені М. В. Ломоносова було визначено, що ступінь здерев'яніння пагонів та рівень зимостійкості представників роду *Parthenocissus* вищий порівняно з рослинами роду *Ampelopsis* (Казарова, Бойко, 2009). Проводячи інтродукційні випробування деревних ліан родини *Vitaceae* в республіці Комі (на Північному Сході європейської частини Російської Федерації), дослідники дійшли висновку, що рослини виду *A. brevipedunculata* являються неперспективними для інтродукції в даний регіон через їх низький рівень зимостійкості. Стосовно виду *P. quinquefolia* було з'ясовано, що дані рослини є

відносно зимостійкими (Мартынов, 2018). Вивчаючи біологічні особливості росту і розвитку аборигенних та інтродукованих з Північної Америки видів деревних ліан на Далекому Сході, зокрема видів родів *Ampelopsis* і *Parthenocissus*, науковими співробітниками БСІ ДВО РАН було відзначено їх високу перспективність для інтродукції, зокрема в Правобережний Лісостеп України (Денисов, 2004). З відомостей, наведених рядом дослідників, оцінка успішності інтродукції проводиться на основі визначення стійкості рослин до всього комплексу несприятливих факторів, зокрема екстремальних низьких від'ємних температур в осінньо-зимовий період. Основними показниками при вивченні особливостей перезимівлі рослин прийнято вважати два види стійкості – морозостійкість і зимостійкість, де перша є основною складовою частиною другої. Такого-ж висновку вчені дійшли і при проведенні нещодавніх інтродукційних досліджень, у результаті чого для визначення інтродукційного потенціалу рослин ними рекомендовано встановлювати також ступінь морозостійкості, який визначає здатність рослин виживати під дією від'ємних температур, і може супроводжуватись нуклеацією (утворенням міжклітинного льоду) (Трунова, 2007).

У зв'язку з тим, що дані досліджень зимостійкості деревних ліан родини *Vitaceae* родів *Ampelopsis* і *Parthenocissus* є обмеженими, а висновки щодо її рівня являються не одностайними, актуальним є ґрунтовне дослідження цього питання як у польових так і в лабораторних умовах.

Матеріали та методи. Предмет досліджень – вісім таксонів деревних ліан родини *Vitaceae*. Серед досліджуваних представників, роду *Parthenocissus* належать два види, що походять із північної Америки – *P. quinquefolia*, природний ареал яких простягається від Мексики до південної частини штату Мен, південного району Онтаріо та південних регіонів штату Міннесота) і *Parthenocissus inserta* (A. Kern.) Fritsch, які в природних умовах розповсюджені північніше та західніше ніж *P. quinquefolia* – від Пенсільванії, Техасу та Каліфорнії на північ до 50 °східної широти в Онтаріо та Манітобі (James S. Pringle, 2010; David J. C., 2010), а також одна форма – *Parthenocissus quinquefolia* f. *engelmannii* (Koehne & Graebn.) Rehder та один культивар – *Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii'. До роду *Ampelopsis* відносяться три види, які в природних умовах поширені в помірному та субтропічному поясах на Сході Азії – *Ampelopsis aconitifolia*, природним ареалом яких є північно-східні та центральні регіони Китаю, *Ampelopsis brevipedunculata*, природний ареал яких простягається з північних регіонів Корейського півострова на Схід до північно-східних регіонів Китаю та Приморського краю РФ, *Ampelopsis heterophylla* (Thunb.) Siebold et Zucc., який в природних умовах розповсюджений в Приморському краї РФ, на Півдні острова Сахалін, Курильських островах, в північних регіонах Монгольської Народної Республіки, у північно-східному Китаї (Головач, 1973; Missouri Botanical Garden), а також одна форма – *Ampelopsis aconitifolia* f. *glabra* Diels.

Досліджувані рослини належать до колекційного фонду експозиційно-колекційної ділянки «Виткі рослини» НБС ім. М. М. Гришка НАН України. Ділянка розташована на пологому схилі сухої балки з південно-західною експозицією, вік досліджуваних рослин становить близько 20-ти років. Для досліджень було вибрано по п'ять модельних рослин кожного з досліджуваних таксонів. При визначенні ступеню фактичної зимостійкості в польових умовах приймалась до уваги дев'ятибальна шкала ступеню підмерзання, розроблена науковцями Всесоюзного інституту рослинництва (ВІР, 1986). Однак, у роботі ми використовували її версію, модифіковану до п'ятибальної, що була застосована в дисертаційній роботі О. М. Багацької (2008), згідно з якою:

0 – однорічний приріст вимерзає повністю – рослина незимостійка;
1 – обмерзання однорічних пагонів на 51–75 % – рослина недостатньо зимостійка;
2 – обмерзання однорічних пагонів на 26–50 % – зимостійкість задовільна;
3 – обмерзання однорічних пагонів на 11–25 % – рослина досить зимостійка;
4 – обмерзання до 10 % однорічних пагонів – рослина зимостійка.

Температурні показники зимових періодів 2012–2015 років узяті в Центральній геофізичній обсерваторії імені Бориса Срезневського. Фіксація фаз тривалості періодів вегетації та росту пагонів проводилась протягом 2012–2014 років із інтервалом 3–5 діб за «Методикой фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» (1975). Початком вегетації вважали дату розпускання бруньок, а завершенням – дату масового листопаду (коли опало більш ніж 50 % листя). Для оцінки зимостійкості за тривалістю фенологічних фаз було розраховано коефіцієнт зимостійкості (З), запропонований І. С. Косенком (2002). Він виражається відношенням тривалості періодів вегетації та лінійного росту пагонів:

$$З=\frac{СТВ}{ТРП},$$

де СТВ – середня тривалість вегетації, ТРП – середня тривалість росту пагонів.

Потенційну морозостійкість визначали в першій декаді лютого 2015 року в лабораторії фізіології рослин інституту садівництва УААН. Як зразки було відібрано медіальні частини однорічних пагонів довжиною 20–30 см. Із кожної з п'яти модельних рослин взято по три зразка для проморожування. Проморожування зразків проводили при температурах -25 °С, -30 °С та -35 °С в холодильній камері «Frigera». Контролем були пагони, що зимували в природних умовах, де максимальне значення від'ємної температури на початок дослідження становило -16 °С. Потканинне оцінювання пошкоджень проводили на анатомічних зрізах, зроблених через вузол, особливу увагу приділяли стану бруньок. Оцінку шкодочинної дії низьких температур проводили за методикою М. О. Соловйової (1982), відповідно до чого використовували шестибальну шкалу: 0 – пошкоджень нема (0 %); 1 – незначна зміна забарвлення, пошкоджено до 20 % тканини; 2 – середнє пошкодження тканини (40 %); 3 – середнє пошкодження тканини, чітко спостерігається побуріння її межі з іншими тканинами (60 %); 4 – сильне пошкодження тканини: побуріння, межі з іншими тканинами чорні (80 %); 5 – повна загибель тканини, в деяких випадках її неможливо відокремити від іншої (100 %).

Статистичну обробку результатів визначення потенційної морозостійкості проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу за алгоритмом, наведеним у рекомендаціях Д. В. Потаніна та ін. (2005) використовуючи методику Б. А. Доспехова (1985). Розрахунки проводили в програмі Microsoft Excel (2007).

Результати та їх обговорення. ***Оцінка фактичної (польової) зимостійкості.*** Одна з характерних рис клімату України – нестійка температура повітря зимою, що призводить до таких явищ як відлиги, внаслідок чого морозостійкість рослин зменшується (В. М. Бабіченко і ін., 2003). З повідомлень українських кліматологів слідує, що температура в зимовий період на території міста Київ може опускатись до -34 °С, а в області було зафіксовано зниження температури до -39,8 °С (В. І. Осадчий і ін.,2013). З огляду метеорологічних даних, температурний режим зимових періодів 2012–2014 років проведення досліджень був нестабільним, сильні морози змінювались відлигами. Зимові періоди 2012 (t min= -28 °С) і 2014 (t min= -26 °С) виявились найсуворішими, а 2013 (t min=-16 °С) – найтеплішим. В ході спостережень було виявлено, що в зимовий період у досліджуваних рослин пошкоджується лише однорічний приріст. Результати оцінювання фактичної зимостійкості в польових умовах показали, що рослини кожного з досліджуваних таксонів відрізнялись за довжиною пошкодженої несприятливими умовами зимового періоду частини пагонів (табл. 1). Найбільший рівень пошкодження було зафіксовано в 2012 р., а найменший – у 2013 р. З огляду на температурний режим, відсоток підмерзання пагонів залежить від температурних мінімумів у зимові періоди років проведення досліджень.

Таблиця 1.

Рівень фактичної (польової) зимостійкості деревних ліан родини Vitaceae в період 2012–2014 років

Table1.

The actual (field) winter resistance level of woody vines of the Vitaceae family in 2012–2014

Назва таксону	Рівень пошкодження, %				Рівень пошкодження, бал				Ступінь зимостійкості
	2012	2013	2014	Середній	2012	2013	2014	Середній	
P. inserta	20,18±3,54	8,71±2,69	15,86±4,16	14,92±3,47	3	4	3	3,3	Достатній
P. quinquefolia	23±5,12	9,38±4,38	17,07±3,45	16,48±4,32	3	4	3	3,3	Достатній
P. quinquefolia f. *engelmannii*	17,92±4,99	7,78±2,07	9,53±3,26	11,74±3,44	3	4	4	3,7	Достатній
P. tricuspidata 'Veitchii'	29,52±5,47	9,66±2,98	20,92±5,24	20,03±4,56	2	4	3	3,0	Достатній
A. aconitifolia	54,55±4,01	23,34±5,31	42,45±5,16	40,11±4,83	1	3	2	2,0	Задовільний
A.aconitifolia f. *glabra*	38,15±6,19	18,53±3,85	24,55±3,57	27,08±4,54	2	3	3	2,7	Задовільний
A. brevipedunculata	35,69±10,82	22,23±3,06	33,6±9,21	30,5±7,7	2	3	2	2,3	Задовільний
A. heterophylla	30,07±16,64	22,74±4,26	37,38±7,14	30,06±9,35	2	3	2	2,3	Задовільний

Із досліджуваних рослин, найбільш вразливими до дії несприятливих факторів зимового періоду виявились деревні ліани *A. aconitifolia*, однорічні пагони яких пошкоджувались на 40,11±4,83 %, що випливає з розрахунків середнього рівня ушкодження за роками досліджень, і за шкалою оцінки ступеню підмерзання відповідає 2 балам, а найменш вразливими – *P. quinquefolia* f. *engelmannii* – 11,74±3,44 % (3,7 бала). Найменш зимостійкими серед представників роду *Parthenocissus* виявились рослини *P. tricuspidata* 'Veitchii' – 20,03±4,56 % (3,0 бала), а найбільш зимостійкими – *P. quinquefolia* f. *engelmannii*. Найменший рівень зимостійкості з-поміж деревних ліан роду *Ampelopsis* установлено в рослин *A. aconitifolia*, а найбільший – в *A. aconitifolia* f. *glabra* – 27,08±4,54 % (2,7 бала). Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що рослини роду *Parthenocissus* є досить зимостійкі, а представники роду *Ampelopsis* характеризуються задовільним рівнем зимостійкості.

Визначення коефіцієнта зимостійкості (З) за методом І. С. Косенка. На думку деяких дослідників, переконливим свідченням рівня зимостійкості рослин є різниця між тривалостями періодів їх вегетації та росту пагонів (Н. Е. Булыгин и Г. А. Фирсов, 1995). До такого-ж висновку прийшов І. С. Косенко (2002), запропонувавши для визначення ступеню зимостійкості використовувати відношення цих величин (коефіцієнт З), згідно чого зимостійкість буде тим вищою чим вище значення коефіцієнта (табл. 2).

З огляду результатів фенологічних спостережень, відмінність у тривалості вегетації та росту пагонів проявлялась на рівні роду. Різниця тривалості вегетації представників роду *Ampelopsis*(203–208 діб) несуттєво перевищувала показники тривалості вегетації представників роду *Parthenocissus* (193–201 добу). Однак, різниця в показниках тривалості росту пагонів була суттєвішою, і в представників роду *Ampelopsis* складала 177–182 доби, а в представників роду *Parthenocissus* – 163–172 доби. Проведені розрахунки свідчать, що різниця між тривалістю вегетації та росту пагонів представників роду *Ampelopsis* становила 24–27 діб, а представників роду *Parthenocissus* – 29–34 доби. Більш зимостійкими, згідно величини коефіцієнта З, виявились деревні ліани роду *Parthenocissus* (З=1,17–1,21), а представники роду *Ampelopsis* – менш зимостійкими (З=1,13–1,15).

Визначення морозостійкості медіальної частини однорічних пагонів методом прямого проморожування. Визначений рівень ушкодження тканин медіальної частини однорічних пагонів дає можливість сказати, що морозостійкість досліджуваних представників є неоднаковою, що проявляється в різниці величини ушкоджень, спричинених дією однакової температури (табл. 3).

Таблиця 2.

Коефіцієнти зимостійкості (З) деревних ліан родини Vitaceae за даними фенологічних спостережень у 2012–2014 рр.

Table 2.

Winter resistance coefficients (З) of woody vines of the Vitaceae family according to phenological observations in 2012–2014.

Назва таксону	СТВ*, діб	ТРП**, діб	СТВ-ТРП	СТВ/ТРП (З)
P. inserta	193±10,03	163±9,1	30	1,19
P. quinquefolia	195±9,29	164±9,29	31	1,19
P. quinquefolia f. *engelmannii*	197±9,84	163±7,13	34	1,21
P. tricuspidata 'Veitchii'	201±9,39	172±7,36	29	1,17
A. aconitifolia	203±10,66	179±6,68	24	1,13
A. aconitifolia f. *glabra*	204±10,98	177±7,35	27	1,15
A. brevipedunculata	208±10,66	182±6,24	26	1,14
A. heterophylla	207±9,1	182±3,68	25	1,14

Примітка: СТВ – середня тривалість вегетації; ТРП** – середня тривалість росту пагонів*

Note: ADV - average duration of vegetation; ADG** the average duration of shoot growth*

Таблиця 3.

Рівень ушкодження медіальної частини однорічних пагонів деревних ліан родини Vitaceae в результаті проморожування (%)

Table 3.

The level of damage of the medial part of the annual shoots of woody vines of the Vitaceae family as a result of freezing (%)

Назва таксону	-16 °C					-25 °C					-30 °C					-35 °C				
	Кора	Камбій	Деревина	Серцевина	Брунька	Кора	Камбій	Деревина	Серцевина	Брунька	Кора	Камбій	Деревина	Серцевина	Брунька	Кора	Камбій	Деревина	Серцевина	Брунька
P. inserta	8	5	13	6	15	15	8	13	10	30	10	11	18	10	30	20	10	25	18	55
P. quinquefolia	8	5	10	6	13	18	10	20	10	15	11	6	16	10	30	13	8	20	10	50
P. quinquefolia f. *engelmannii*	5	5	6	3	10	16	6	12	10	16	13	10	18	16	25	23	10	23	18	40
P. tricuspidata'Veitchii'	10	0	8	8	10	15	11	20	16	23	20	20	40	13	40	18	21	35	13	55
A. aconitifolia	13	8	13	10	16	31	18	30	23	45	65	50	45	30	60	70	70	60	45	75
A. aconitifolia f. *glabra*	10	6	10	10	8	33	33	30	30	25	35	20	33	28	40	25	40	30	20	45
A. brevipedunculata	16	10	18	13	16	30	20	16	13	40	27	18	30	20	50	50	50	70	70	65
A. heterophylla	10	6	10	8	16	20	13	28	23	55	25	20	23	10	50	38	50	50	30	75
НІР05	1,01	1,63	0,46	0,82	0,54	0,71	0,63	0,35	0,59	0,83	0,77	0,77	1,12	1,05	0,33	1,1	0,96	0,92	0,78	0,97

Відомо, що зростання від'ємної температури при проморожуванні, загалом, призводить до збільшення ушкодження тканин органів рослин. Згідно з методикою оцінки шкодочинної дії низьких температур, біологічна межа морозостійкості тканини знаходиться між двома і трьома балами ушкодження, оскільки двом балам відповідає середнє ушкодження (40 %), а при трьох балах уже чітко спостерігається побуріння меж тканин (60 %). Після дії температури -16 °С, рівень ушкодження тканин у всіх досліджуваних представників був низьким. Проморожування за температури -25 °С призводило до середнього ушкодження бруньок деревних ліан *A. aconitifolia* (45 %), *A. heterophylla* (40 %), *A. brevipedunculata* (55 %). При температурі -30 °С, сильного пошкодження зазнала кора (65 %) *A. aconitifolia*, а камбій (50 %) і деревина (45 %) – середнього. Рівень ушкодження, близький до біологічної межі морозостійкості, виявлено при оцінюванні стану бруньок (40 %) *A. aconitifolia* f. *glabra*, а також деревини (40 %) і бруньок (40 %) *P. tricuspidata* 'Veitchii' після їх проморожування за даної температури. В результаті проморожування при -35 °С встановлено середній рівень пошкодження бруньок *P. inserta* (55 %), *P. quinquefolia* (50 %), *P. quinquefolia* f. *engelmannii* (40 %), а також серцевини (40 %) *A. aconitifolia*, камбію (40 %) *A. aconitifolia* f. *glabra*, кори (50 %) та камбію (50 %) *A. brevipedunculata*, камбію (50 %) і деревини (50 %) *A. heterophylla*. При цьому, рівень ушкодження деревини (70 %) і серцевини (70 %) *A. brevipedunculata* був високим. Варто зазначити, що значний рівень ураження бруньок не може свідчити про остаточну загибель об'єкта (медіальної частини однорічних пагонів) у цілому. З відомостей, наведених А. С. Мержаніаном (1967) слідує, що в пазухах вузлів деревних ліан родини *Vitaceae*, окрім головної зимуючої бруньки, формується також декілька бруньок заміщення. За даними J. M. Gerrath & all. (1989), в *A. brevipedunculata* бруньок заміщення шість. Навесні розпускається лише головна, однак при її пошкодженні, починається ріст однієї або декількох (найбільш розвинених) бруньок заміщення. Виходячи з цього, ймовірність досягнення об'єктом порогу морозостійкості при його проморожуванні за певної, заданої температури, ми визначали, виходячи з величини ушкодження тканин, серед яких камбій є найбільш важливою для репарації. Аналіз отриманих результатів свідчить, що біологічна межа морозостійкості медіальної частини однорічних пагонів деревних ліан *P. inserta*, *P. quinquefolia*, *P. quinquefolia* f. *engelmannii*, *P. tricuspidata* 'Veitchii' досягалась при температурі, нижчій за -35 °С, оскільки при її проморожуванні протягом усього діапазону температур, ступінь пошкодження тканин був низьким, а ушкодження бруньок середнього рівня зафіксовано лише при -35 °С. Поріг морозостійкості медіальної частини однорічних пагонів деревних ліан *A. aconitifolia* f. *glabra* знаходився в межах від'ємних температур від -30 °С до -35 °С, оскільки при -30 °С зафіксовано ушкодження їх бруньок, що є близьким до біологічної межі морозостійкості, а тканин, зокрема камбію – при -35 °С. Ушкодження бруньок середнього рівня в деревних ліан *A. aconitifolia* було встановлено після їх проморожування за температури при -25 °С, а при -30 °С фіксувались середні та значні ушкодження тканин, тому поріг морозостійкості медіальної частини однорічних пагонів для даних рослин було визначено в цих межах. Особливої уваги заслуговують результати проморожування *A. brevipedunculata* і *A. heterophylla*, у яких середній рівень пошкодження для бруньок фіксувався після дії температури -25 °С, а тканин – при -35 °С. Виходячи з цього, поріг морозостійкості медіальної частини однорічних пагонів цих рослин нами був визначений в межах температур від -25 °С до -35 °С.

Із досліджуваних представників, рослини роду *Parthenocissus* виявились більш морозостійкими, оскільки за результатами досліджень було встановлено, що медіальна частина їх однорічних пагонів здатна витримувати зниження температури до -35 °С і нижче, а представники роду *Ampelopsis* – менш морозостійкими, оскільки біологічна межа морозостійкості медіальної частини їх пагонів знаходилась у межах від -25 °С до -35 °С.

Враховуючи дані моніторингу температурного режиму зимових періодів Правобережного Лісостепу України можна сказати, що рівень морозостійкості досліджуваних таксонів деревних ліан роду *Parthenocissus* можна оцінити як достатній для даного регіону, що пов'язано зі здатністю медіальної частини їх однорічних пагонів витримувати значні зниження температури, близькі до абсолютного мінімуму, зафіксованого на даній території. Рівень морозостійкості досліджуваних рослин роду *Ampelopsis* можна оцінити як задовільний для даного регіону, оскільки випробування при температурі, близькій до абсолютного мінімуму спричинювали ушкодження тканин медіальної частини однорічних пагонів, що є близькими до біологічної межі їх морозостійкості. Тому, в найсуворіші зими існує велика вірогідність

вимерзання однорічних пагонів цих рослин до базальної частини або їх повна загибель.

Комплексна оцінка зимостійкості та потенційної морозостійкості. Встановлення ступеню фактичної зимостійкості, її залежності від ритмів сезонного розвитку, а також визначення рівня потенційної морозостійкості медіальної частини однорічних пагонів у комплексі, дали можливість визначити ступінь зимостійкості та потенційної морозостійкості з метою більш детального розуміння механізму стійкості деревних ліан родини *Vitaceae* до несприятливих факторів, які визначають можливість їх успішної перезимівлі в умовах інтродукції (табл. 4).

З огляду отриманих даних слідує, що результати лабораторних випробувань підтверджують дані досліджень у польових умовах. За ступенем зимостійкості та потенційної морозостійкості, досліджуваних представників можна розподілити на три групи. Достатнім ступенем відзначено деревних ліан *P. inserta*, *P. quinquefolia*, *P. quinquefolia* f. *engelmannii* та *P. tricuspidata* 'Veitchii', оскільки впродовж досліджень вони проявили себе як рослини з високою відповідністю фенологічних ритмів сезонного розвитку кліматичним умовам району інтродукції, що проявлялось у їх своєчасному завершенні лінійного росту, високими показниками морозостійкості медіальної частини однорічних пагонів (понад -35 °С) та достатнім рівнем фактичної зимостійкості в польових умовах. Середнім ступенем відзначено рослин *A. aconitifolia* f. *glabra*, *A. brevipedunculata* і *A. heterophylla*, які характеризувались нижчим рівнем відповідності фенологічних ритмів сезонного розвитку кліматичним умовам району інтродукції (несвоєчасне завершення лінійного росту пагонів, оскільки листки на кінцях їх пагонів не опадали до настання осінніх заморозків), менш витривалими до шкодочинної дії морозу, задовільним рівнем фактичної зимостійкості. Низьким ступенем зимостійкості та потенційної морозостійкості відзначено деревних ліан *A. aconitifolia*, оскільки вони характеризувались найнижчими значеннями за визначеними показниками.

Висновки

Виявлено, що по завершенні зимового періоду в досліджуваних таксонів деревних ліан родини *Vitaceae* підмерзали лише однорічні пагони. Згідно з порівняльним аналізом ступеню підмерзання пагонів по завершенні зимового періоду було встановлено, що деревні ліани роду *Parthenocissus* є більш зимостійкими порівняно з представниками роду *Ampelopsis*, оскільки ступінь їх фактичної зимостійкості є достатнім, а представників роду *Ampelopsis* – задовільним.

Визначено, що відповідність фенологічних ритмів сезонного розвитку кліматичним умовам району інтродукції Правобережного Лісостепу України є більш високою в деревних ліан роду *Parthenocissus*, оскільки відношення між тривалістю їх вегетації та росту пагонів було більшим (1,17–1,21), а в представників роду *Ampelopsis* меншим (1,13–1,15).

Таблиця 4.

Комплексна оцінка зимостійкості та потенційної морозостійкості деревних ліан родини Vitaceae

Table4.

Comprehensive assessment of winter resistance and potential frost resistance of woody vines of the Vitaceae family

Назва таксону	Ступінь фактичної зимостійкості	Коефіцієнт зимостійкості (З)	Біологічна межа морозостійкості медіальної частини однорічних пагонів, °С	Ступінь зимостійкості та потенційної морозостійкості
P. inserta	Достатній	1,19	Понад -35	Достатній
P. quinquefolia	Достатній	1,19	Понад -35	Достатній
P. quinquefolia f. *engelmannii*	Достатній	1,21	Понад -35	Достатній
P. tricuspidata 'Veitchii'	Достатній	1,17	Понад -35	Достатній
A. aconitifolia	Задовільний	1,13	Від -25 до -30	Низький
A. aconitifolia f. *glabra*	Задовільний	1,15	Від -30 до -35	Середній
A. brevipedunculata	Задовільний	1,14	Від -30 до -35	Середній
A. heterophylla	Задовільний	1,14	Від -30 до -35	Середній

Деревні ліани роду *Parthenocissus* є більш морозостійкими порівняно з представниками роду *Ampelopsis* завдяки здатності медіальної частини їх однорічних пагонів витримувати зниження температури до -35 °С і нижче, що в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу України є близьким до значення абсолютного мінімуму. Представники роду *Ampelopsis* виявились менш морозостійкими, оскільки біологічна межа морозостійкості медіальної частини їх однорічних пагонів знаходилась у межах від -25 °С до -35 °С, що в найсуворіші зими може спричинити їх вимерзання до базальної частини або повну загибель.

Згідно з комплексною оцінкою, деревні ліани *P. inserta*, *P. quinquefolia*, *P. quinquefolia* f. *engelmannii* та *P. tricuspidata* 'Veitchii' характеризуються достатнім ступенем зимостійкості та потенційної морозостійкості; *A. aconitifolia* f. *glabra*, *A. brevipedunculata* і *A. heterophylla* – середнім; *A. aconitifolia* – низьким.

Таким чином, в умовах сучасних змін клімату, що у зимовий період відображається в наявності відлиг, інтродуковані деревні ліани роду *Parthenocissus* проявляють себе як рослини з більш високим ступенем зимостійкості та потенційної морозостійкості порівняно з представниками роду *Ampelopsis*. На нашу думку, це зумовлено їх географічним походженням, оскільки види роду *Parthenocissus* походять із північних регіонів Північної Америки, тоді як природний ареал представників роду *Ampelopsis* охоплює центральні та південні регіони Азії.

Список літератури:

1. Бабіченко В. М., Ніколаєва Н. В., Рудішина С. Ф., Гущина Л. М. Настання весняного сезону в Україні (перехід середньої добової температури повітря через 0 °С) в умовах сучасного клімату. Укр. географічний журнал. 2009. № 9. С. 25–35.
2. Багацька О. М. Особливості росту і розвитку інтродукованих видів дерев'янистих ліан та перспективи їх використання в озелененні м. Києва: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.01. / Національний аграрний університет. Київ, 2008. – 200 с.
3. Булыгин Н. Е. Опыт комплексной оценки результатов и перспектив интродукции древесных растений на северо-западе России / Н. Е. Булыгин, Г. А. Фирсов // Биологическое разнообразие. Интродукция растений : материалы научной конференции – СПб. 1995. – С. 85–87.
4. Головач А. Г. Лианы, их биология и использование / А. Г. Головач. – Л.: Наука, 1973. – 260 с.
5. Денисов Н. И. Деревянистые лианы российского Дальнего Востока (биология, интродукция, использование, охрана): дис. … д-ра биол. наук: 03.00.32. / Н. И. Денисов. – Владивосток, 2004. – 376 с.
6. Дойко Н. М. Біологічні основи інтродукції витких деревних рослин в Правобережному Лісостепу України: Дис. … канд. біол. наук: 03.00.05. / Н. М. Дойко. – НАН України, Дендрологічний парк «Олександрія», 2005. – 180 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Казарова С., Бойко Г. Некоторые итоги интродукции лиан в ботаническом саду МГУ. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – Київ : ВПЦ "Київський університет" Вип. 19/21. – 2009. – С. 115–116.
9. Косенко І. С. Ліщини в Україні / І. С. Косенко. – К.: Академперіодика, 2002. – 266 с.
10. Мартынов Л. Г. Виды древесных лиан в коллекции Ботанического сада института биологии Коми НЦ УрО РАН. Вестник Института Ботаники Коми УрО РАН, 2018, №3. С. 14–20.
doi: 10.31140/j.vestniklib.2018.3(205).2
11. Мержаниан А.С.Виноградарство. 3-е изд., перераб. и доп. М., «Колос», 1967, 464 с.
12. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / ГБС АН СССР. – М.: Наука, 1975. – 27 с.
13. Музика Г. І. Виткі жимолості. – Умань: Дендропарк «Софіївка», 2002. – 144 с.
14. Нестеров Я. С. Изучение коллекции семечковых культур и выявление сортов интенсивного типа. Методические указания. Ленинград: ВИР; 1986.
15. Осадчий В. І., Бабіченко В. М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату // Укр. геогр. журн. 2013. № 4. С. 32–39. https://doi.org/10.15407/ugz2013.04.032
16. Потанін Д. В., Грохольський В. В. і ін. Визначення морозостійкості плодових порід лабораторним методом прямого проморожування / Д. В. Потанін, В. В. Грохольський, О. І. Китаєв, М. О. Бублик // Садівництво. — 2005. — Вип. 56. — С. 170–180.
17. Сергеева К. А.Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений. – М.: Наука, 1971. – 174 с.
18. Соловйова М. А. Методы определения зимостойкости плодовых культур: методическое пособие / М. А. Соловйова. – Л. : Издательство «Гидрометеоиздат», 1982. – 36 с.
19. Трунова Т. И. Растение и низкотемпературный стресс (64-е Тимирязевские чтения). – М.: Наука, 2007 – 54 с.
20. David J.C. (2010) Untangling the climbers – Parthenocissus quinquefolia & P. inserta. BSBI News113: 60–61.
21. Gerrath, J. M. and Posluszny, U. 1989. Morphological and anatomical development in the *Vitaceae*. V. Vegetative and floral development in *Ampelopsis brevipedunculata*. Can. J. Bot. 67: 2371–2386.
22. Missouri Botanical Garden. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=251629&isprofile=0&

23. Pringle J. S. (2010). Nomenclature of the thicket creeper, *Parthenocissus inserta* (*Vitaceae*). Michigan Botanist 49(3): 73–78.
24. Soejima A. & Wen J. (2006). Phylogenetic analysis of the grape family (*Vitaceae*) based on three chloroplast markers. Amer. J. Bot. 93: 278–287. doi: 10.3732/ajb.93.2.278
25. Wen J. (2007a). *Vitaceae*. in : Kubitz ki, K. (ed .), The families and genera of vascular plants, vol. 9. Berlin: Springer. Pp. 466–478.
26. Wen J. (2007b). *Vitaceae*. In: Kubitzki K ed. The families and genera of vascular plants. Berlin: Springer. 9: Pp. 467–479.
27. Wen J. et al. (2007). Phylogeny of Vitaceae based on the nuclear GAI1 gene sequences. Canad. J. Bot. 85: 731–745. doi: 10.1139/B07-071
28. Wen J et al. (2018). A new phylogenetic tribal classification of the grape family (Vitaceae). Journal of Sytematics Evolution 56: 262–272. doi: 10.1111/jse.12427

References:

1. Babichenko V. M., Nikolaieva N. V., Rudishyna C. F., Hushchyna L. M. Springtime coming (transition of mean daily air temperature values over 0°c) in Ukraine under conditions of modern climate (Nastannia vesnianoho sezonu v Ukraini (perekhid serednoi dobovoi temperatury povitria cherez 0 °C) v umovakh suchasnoho klimatu). *Ukrainian Geographical Journal (Ukr. heohrafichnyi zhurnal)*. 2009; 9, 25–35. (in Ukrainian).
2. Bahatska *O. M.* Features of growth and development of introduced species of woody vines and prospects of their use in landscaping of Kiev (Osoblyvosti rostu i rozvytku introdukovanykh vydiv derevianystykh lian ta perspektyvy yikh vykorystannia v ozelenenni m. Kyieva). 2008; PhD thesis. Kyiv – 150 p. (in Ukrainian).
3. Bulygin N. E, Firsov G. A. Experience in a comprehensive assessment of the results and prospects of the introduction of woody plants in North-Western Russia [Opyt kompleksnoy otsenki rezul'tatov i perspektiv introduktsii drevesnykh racteniy na severo-zapade Rossii)]. *Biological diversity. Plant introduction: proceedings of the Conference* – SPb. 1995. – P. 85–87.
4. Golovach A. G. Creepers, their biology and use (Liany, ikh biologiya i ispol'zovanie). Leningrad : Nauka; 1973 (in Russian)
5. Denisov N. I. Woody lianas of the Russian Far East (biology, introduction, use, protection [Derevyanistye liany rossiyskogo Dal'nego Vostoka (biologiya, introduktsiya, ispol'zovanie, okhrana]. Doctor's thesis. Vladivostok, 2004; 376 p. (in Russian).
6. Doyko N. M. The biological basis for the introduction of climbing wooden plants in the Right-bank Forest-steppe of Ukraine [Biolohichni osnovy introduktsiyi vytkykh derevnykh roslyn v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrayiny] : PhD thesis. NAS of Ukraine, dendrological park «Oleksandriya». 2005; 180 p. (in Ukrainian).
7. Dospehov B. A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). – 5th ed. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p. (in Russian).
8. Kazarova S., Boiko H. Some results of the introduction of lianas in the Botanical Garden of MGU [Nekotorye itogi introduktsii lian v botanicheskom sadu MGU]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Seriia: Introduktsiia ta zberezhennia roslynnoho riznomanittia*. 2009; 19(21): 115–116. (in Russian).
9. Kosenko I. S. Hazelnuts in Ukraine [Lishchyny v Ukraini]. Kyiv : Akademperiodyka. 2002; 266 s. (InUkrainian).
10. Martynov L. G. Types of woody vines in the collection of the Botanical Garden of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center, Ural Branch of RAS [Vidy drevesnykh lian v kollektsii Botanicheskogo sada instituta biologii Komi NTs UrO RAN]. *Vestnik Instituta Botaniki Komi UrO RAN*. 2018; 3 : 14–20. doi: 10.31140/j.vestniklib.2018.3(205).2
11. Merzhanian A. S. Viticulture. [Vinogradarstvo]. 3-d ed., revised and supplemented. Moscow: «Kolos». 1967; 464 s. (in Russian).
12. The methodology of phenological observations in the botanical gardens of the USSR [Metodika fenologicheskih nablyudenij v botanicheskih sadah SSSR]. 1975; Moscow : Nauka: 27 p. (in Russian).
13. Muzyka H. I. Climbing honeysuckles (Vytki zhymolosti). Uman: Dendropark «Sofiivka». 2002; 144 p. (InUkrainian).
14. Nesterov Ya. S. Study of the pome fruit crop collection and identification of intensive-type cultivars. Guidelines [Izucheniye kollektsii semechkovykh kultur i vyyavleniye sortov intensivnogo tipa]. Leningrad: VIR; 1986. (in Russian).
15. Osadchyi V. I., Babichenko V. M. The air temperature on the territory of Ukraine in today's climate conditions [Temperatura povitria na terytorii Ukrainy v suchasnykh umovakh klimatu]. *Ukrainian geographical journal*. 2013; 4: 32–39. https://doi.org/10.15407/ugz2013.04.032.
16. Potanin D. V. et al. Determination of frostresistance of fruitcrops by the laboratory method of direct freezing [Vyznachennia morozostiikosti plodovykh porid laboratornym metodom priamoho promorozhuvannia]. *Sadivnytstvo*. 2005; 56: 170–180. (InUkrainian).
17. Sergeeva K. A. Physiological and biochemical fundamentals of winter resistance of woody plants [Fiziologicheskie i biokhimicheskie osnovy zimostoykosti drevesnykh rasteniy]. – Moscow : Nauka: 1971; 174 p. (in Russian).
18. Solovyova M. A. Methods for determining the winter hardiness of fruit crops: methodological manual [Metody opredeleniya zimostoykosti plodovykh kul'tur: metodicheskoe posobie]. Leningrad : Izdatel'stvo «Gidrometeoizdat». 1982; 36 p. (in Russian).
19. Trunova T. I. Plants and low temperature stress (64th Timiryazev Readings) [Rasteniya i nizkotemperaturnyy stress (64-e Timiryazevskie chteniya)]. Moscow : Nauka Publ. 2007; 54 p. (In Russian).
20. David J. C. Untangling the climbers – Parthenocissus quinquefolia & P. inserta. *BSBI News.* 2010; 113: 60–61.

21. Gerrath J. M. and Posluszny U. Morphological and anatomical development in the Vitaceae. V. Vegetative and floral development in Ampelopsis brevipedunculata. *Can. J. Bot.* 1989; 67: 2371–2386.
22. Missouri Botanical Garden (e-resource). access mode: https://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=251629&isprofile=0&
23. Pringle J. S. Nomenclature of the thicket creeper, Parthenocissus inserta (Vitaceae). *Michigan Botanist*. 2010*;* 49(3): 73–78.
24. Soejima A. & Wen J. Phylogenetic analysis of the grape family (Vitaceae) based on three chloroplast markers. *Amer. J. Bot.* 2006; 93: 278–287. doi: 10.3732/ajb.93.2.278
25. Wen J. (2007a). Vitaceae. in : Kubitz ki, K. (ed .), The families and genera of vascular plants, vol. 9. Berlin: Springer. Pp. 466–478
26. Wen J. (2007b). Vitaceae. In: Kubitzki K ed. The families and genera of vascular plants. Berlin: Springer. 9: Pp. 467–479.
27. Wen J. et al. (2007). Phylogeny of Vitaceae based on the nuclear GAI1 gene sequences. Canad. J. Bot. 85: 731–745. doi: 10.1139/B07-071
28. Wen J et al. A new phylogenetic tribal classification of the grape family (Vitaceae). *Journal of Sytematics Evolution*. 2018; 56: 262–272. doi: 10.1111/jse.12427

COMPREHENSIVE EVALUATION OF WINTER RESISTANCE AND POTENTIAL FROST RESISTANCE OF WOODY VINES OF THE *VITACEAE* JUSS. FAMILY IN THE CONDITIONS OF INTRODUCTION IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V. V. Makovskyi

The purpose of the study was to investigate the winter and frost resistance of introduced woody vines of the Vitaceae family of the genus Ampelopsis Michx. and Parthenocissus Planch. in the conditions of introduction in the city of Kyiv, located in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine. The actual winter resistance in the field was determined by establishing the degree of freezing of shoots after the winter, which was calculated by the percentage of the damaged part of its total length. The dependence of the degree of winter resistance on phenological features of seasonal development was defined as the ratio of the duration of vegetation to the duration of shoot growth. Potential frost resistance was determined by setting the biological limit of frost resistance of individual tissues of the medial part of annual shoots by determining the level of their damage as a result of direct freezing at a given temperature. According to the results of the research, we provided comprehensive estimation of winter and frost resistance of the investigated representatives. Research has shown that woody vines of the genus Parthenocissus are characterized by a sufficient level of winter hardiness and potential frost resistance, and members of the genus Ampelopsis – medium and low. Thus, in modern climate change, introduced woody vines of the genus Parthenocissus manifest themselves as plants with a higher degree of winter- and potential frost-resistance than the representatives of the genus Ampelopsis, because after the winter their shoots freeze less, and the tissues of shoots and buds are less exposed to the harmful effects of lowering the temperature. This indicates a high correspondence of the phenorhythmics of their seasonal development to the climatic conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, timely entry into the dormant period.

Keywords: native area, phenological observations, freezing.

Отримано редколегією 28.01.2020