

Н.Я. ЛЕВЧИК¹, Д.Г. МАКАРОВА², О.І. КИТАЄВ²,
В.А. КРИВОШАПКА², Д.Б. РАХМЕТОВ¹

¹ Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
Україна, 01014 м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1

² Інститут садівництва НААН України
Україна, 03027 м. Київ, смт Новосілки

МОРОЗОСТІЙКІСТЬ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *VITEX* L. В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ В НАЦІОНАЛЬНИЙ БОТАНІЧНИЙ САД ім. М.М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ

Наведено результати трирічних досліджень морозостійкості видів роду *Vitex* L. З'ясовано особливості біології рослин, які зумовлюють пошкодження інтродуцентів морозами -30 та -35 °C. Методом прямого проморожування визначено їх потенційну морозостійкість.

Ключові слова: морозостійкість, інтродуценти, метод прямого проморожування, ріст пагонів, здерев'яніння, ступінь пошкодження тканин, вимерзання.

Нові рослини-інтродуценти, які надходять з різних кліматичних регіонів, не лише збагачують природну флору України, стають незамінним доповненням її ландшафтів, а і є джерелом високоякісної рослинної сировини. Одними з таких інтродуцентів є види роду *Vitex* L., які ще в 1970–1980-ті роки ХХ ст. почали вводити в культуру науковці Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України. Ці рослини завдяки своїм унікальним властивостям є дуже цінною лікарською, харчовою, технічною і пряно-ароматичною сировиною для використання у багатьох галузях промисловості, медицині та декоративному господарстві. Незважаючи на те, що три види із колекції, а саме *V. agnus-castus* L., *V. cannabifolia* L. та *V. negundo* L., пройшли інтродукцію і вирощуються у відкритому ґрунті, вони не набули широкого розповсюдження в умовах Правобережного Лісостепу України через низку причин, зокрема через низький рівень морозостійкості рослин та біологічні особливості, які виявляються в адаптаційних реакціях рослин до від'ємних температур в умовах інтродукції.

Мета роботи — дослідити морозостійкість рослин видів роду *Vitex* для розширення зони їх культивування.

Об'єкти та методи

Об'єктами досліджень були рослини *Vitex agnus-castus*, *V. cannabifolia* та *V. negundo*.

Лабораторні методи вивчення цих видів рослин в Україні застосовано вперше.

Експериментальні дослідження методом прямого лабораторного проморожування проводили в лабораторії відділу фізіології рослин Інституту садівництва НААН України за методикою М.О. Соловйової [7] та методичними рекомендаціями співробітників інституту [2].

Згідно з методикою однорічні пагони рослин видів *Vitex* з ділянки відкритого ґрунту зрізали під час стабільних морозів у другій–третьій декаді січня. Розрізали їх на три однакові частини: верхню, середню і нижню. Кожен зразок готували в трьох повторностях. Зв'язані та марковані зразки поміщали в поліетиленові пакети, які своєю чергою поміщали в холодильну камеру СРО/400/40 із заданими температурами -25 , -30 та -35 °C. Проморожування починали із температури повітря, котра була на той момент у природних умовах,

і знижували до заданої температури зі швидкістю 5 °С на годину.

Температура проморожування повинна бути нижчою за характерну для умов відкритого ґрунту даної зони на 5–10 °С. Після досягнення заданої температури зразки витримували деякий час для створення умов нуклеації та розвитку льодоутворення. Під дією низької температури спочатку утворюється лід у міжклітинниках. Потім фронт кристалізації льоду крізь клітинні стінки може проникати в рослинні клітини, розриваючи їх мембрани. Оптимальна тривалість проморожування при заданій температурі — 4 год. Після експозиції необхідної температури її поступово підвищували до кімнатної. Це потрібно для поступового переходу води з твердого стану (льоду) у рідкий, що запобігає uszkodженню стінок клітин. Швидкість збільшення температури — 5 °С на годину. Після проморожування зразки для вияву наслідків їх пошкодження зберігали 10–14 діб у холодильній камері за температури +5 °С.

Зрізи для мікроскопування анатомічних зразків виконували на мікротомі або гострим лезом від руки. Потім їх розміщували на предметному склі і покривали гліцерином. За допомогою мікроскопа МБС-10 визначали за зміною забарвлення пошкодження ксилеми, флоєми, серцевини, а також тканин паренхімного масиву під брунькою та бруньки в цілому. Оцінку ступеня пошкодження проводили за такою шкалою: 0 — пошкодження відсутні (0 %), 1 — незначна зміна забарвлення, пошкоджено до 20 % тканин, 2 — пошкодження тканини є середнім (40 %), 3 — пошкодження тканини — середнє, чітко спостерігається побуріння її межі з іншими тканинами (60 %), 4 — пошкодження тканини є сильним: вся вона побуріла, межі з іншими тканинами — чорні (80 %), 5 — повна загибель тканини, інколи її неможливо відокремити від іншої (100 %).

Результати та обговорення

Інтродукція — це перенесення рослин у нові природно-кліматичні умови за межі природного ареалу виду при розширенні площі штучного вирощування рослин [5]. Це є надзви-

чайно важливим, інколи — ключовим моментом, особливо, коли суворі кліматичні умови інтродукції з тривалим зимовим періодом сильно відрізняються від тропічних або субтропічних умов природного ареалу.

Досліджувані інтродуценти є теплолюбними видами рослин, розповсюджені переважно в тропіках та субтропіках обох півкуль. Їх вирощування за межами природного ареалу ускладнюється багатьма чинниками: температурним режимом з великою амплітудою коливань, складом ґрунтів та кількістю опадів, наявністю снігу і тривалого (до півроку) періоду від'ємних температур під час перезимівлі. Такі умови навколишнього середовища для теплолюбних видів *Vitis* є екстремальними, що спричиняє їх стресовий стан. Відомо, що uszkodження і загибель зимуючих рослин зумовлені також замерзанням води в міжклітинниках та клітинах, яке супроводжується дегідратацією, осмотичним шоком, механічним травмуванням мембран [4]. Рослина, щоб вижити в нових умовах, обов'язково має пройти акліматизаційний етап, який являє собою комплекс процесів, котрі відбуваються в рослинному організмі під дією природних чинників та створених людиною умов, що змінюють хід формоутворювальних процесів [3]. Формування морозостійкості зимуючих рослин в онтогенезі зачіпає багато морфолого-анатомічних ознак та фізіолого-біохімічних функцій рослин. Його розглядають як ланцюг адаптивних перебудов вуглеводного, амінокислотного, білкового і ліпідного обміну, а також як зміни окисно-відновних, енергетичних та інших функцій, наслідком яких є формування онтогенетичної адаптації і генетично зумовленої морозостійкості — генетичної адаптації [4, 6]. Рослини, які пройшли природний та штучний добір і в низці насінних поколінь продемонстрували велику стійкість у нових кліматичних умовах, на завершальному етапі інтродукції дають початок інтродукційним популяціям [5].

Чергування періодів вегетації та спокою, оптимальна для регіону зростання тривалість фенологічних фаз рослин — це механізм при-

стосування, який може істотно змінюватися під впливом кліматичних умов інтродукції. Ступінь морозостійкості рослин насамперед залежить від рівня підготовленості рослини до зимового періоду. Згідно з теорією І.І. Туманова [8] рослини проходять три етапи підготовки до зимівлі: перехід до стану спокою і дві стадії загартування. Перший етап реалізується внаслідок поступового припинення ростових процесів одночасно із здерев'янінням стебел, змінами в метаболізмі та ультраструктурі цитоплазми клітин за рахунок нагромадження розчинних вуглеводів, трансформації ферментів і мембранних білків [4].

Особливістю морфології рослин видів роду *Vitex*, яка впливає на їх морозостійкість, є формування рослинами протягом одного вегетаційного періоду достатньо довгих (до 2,0–2,5 м завдовжки) пагонів. Відомо, що покривні тканини стебел слугують захистом від зимового випаровування вологи назовні [1]. Наприкінці вегетаційного періоду стебла рослин *Vitex* стають достатньо здерев'янілими, що є обов'язковим пристосуванням рослин до успішного перенесення зимових морозів. Проте верхівкова частина пагонів, де розташована основна маса генеративних бруньок, продовжує рости до настання перших заморозків, унаслідок чого залишається нездерев'янілою. У більшості деревних і чагарникових рослин саме ця частина приросту стебла є найбільш чутливою до пошкодження морозами. З метою достовірної оцінки морозостійкості тканин надземної частини досліджуваних видів ми враховували не три, як прийнято, а дев'ять зон потенційного пошкодження. Так, стебло рослин умовно розділяли на три однакові за довжиною частини (низову, середню і верхівкову), кожен третину — на три умовні зони пошкодження морозами для дослідження та аналізу.

Відомо, що рівень зимостійкості будь-якої рослини не лише є генетично зумовленою ознакою, а й залежить від особливостей погодних умов протягом року. Оцінка стійкості видів роду *Vitex* до комплексу несприятливих факторів зимового періоду в умовах Правобе-

режного Лісостепу України передбачала вивчення метеорологічних умов протягом трьох років досліджень. Аналіз погодних умов було проведено за даними лабораторії фізіології рослин і мікробіології Інституту садівництва НААН України (Києво-Святошинський р-н Київської обл.).

Літньо-осінній період 2010 р. відзначався посушливою та спекотною погодою. Оподи у вигляді рідких зливових дощів не повною мірою поповнювали запас продуктивної вологи у ґрунті. Цього року період вегетації затягнувся, перші заморозки зафіксовано у I декаді жовтня, а сталі морози — лише у січні. У грудні 2010 р. випало лише 52 % від середньої багаторічної кількості опадів, у січні—лютому — лише 37 % (32 мм). Зима 2010/2011 рр. була мало-сніжною, проте відносно теплою. Мінімальна температура повітря становила $-17,3^{\circ}\text{C}$ (друга половина лютого).

Березень, квітень і травень 2011 р. відзначалися суттєвою посухою — випало 14, 58 та 51 % від середньої багаторічної норми опадів (6, 28 та 29 мм відповідно). Літо того року за температурним режимом було помірним. Загальної кількості опадів було достатньо, проте їх форма (переважно зливові дощі) та нерівномірний розподіл забезпечили запас продуктивної вологи у ґрунті у червні на рівні 14,0 %, у липні — 18,0 %, у серпні — лише 12,4 %. Оптимальним для більшості рослин аридного клімату вважається показник 28 %. Осінь 2011 р. характеризувалася температурним режимом у межах норми для Правобережного Лісостепу України, але була посушливою. У вересні та листопаді випало відповідно 18 і 4 мм опадів (36 та 8 % від середнього багаторічного показника). Перші заморозки до $-1,5^{\circ}\text{C}$ у 2011 р. зафіксовано 16 жовтня, а стійкий перехід до від'ємних температур повітря — лише 14 грудня. Зима 2011/2012 рр. відзначалася аномально теплою погодою. Так, середньомісячна температура повітря у грудні становила $+2,0^{\circ}\text{C}$ (за норми — $-3,2^{\circ}\text{C}$). Вологість повітря протягом цього місяця досягала майже 90 %. Відомо, що такі погодні умови на початку перезимівлі провокують швидший вихід рослин зі стану

глибокого спокою та втрату ними аклімації (що є пристосуванням організму до штучно створених умов) до морозів. Подібні погодні умови зареєстрували у I декаді січня 2012 р. Сталі від'ємні температури ($-9,4$ °C) зафіксовано лише у III декаді січня, абсолютний мінімум становив $-16,8$ °C. Кількість опадів дорівнювала $33,5$ мм, що на $10,5$ мм менше від середнього багаторічного показника (за останні 20 років). Вологість повітря була високою — близько 90 %. Період з високими від'ємними температурами у січні тривав майже 12 днів. Це сприяло набуттю рослинами *Vitex* аклімації до подальших суворіших морозів, проте у цілому аномально теплі погодні умови першої половини зими 2011/2012 рр. і різке зниження температури у лютому створювали значну небезпеку для їх перезимівлі. Середньомісячна температура лютого 2012 р. становила $-10,3$ °C при багаторічній нормі $-4,9$ °C, у I та II декадах цього місяця середня температура повітря дорівнювала $-16,3$ і $-13,2$ °C відповідно. Абсолютний мінімум було зафіксовано 2 та 3 лютого 2012 р. — -30 °C. Аномально теплий температурний режим грудня і перших двох декад січня, висока вологість повітря, різке зниження температур до від'ємних значень наприкінці другої декади січня і тривалий морозний період у лютому в комплексі створили дуже несприятливі умови для перезимівлі рослин *Vitex* взимку 2011/2012 рр.

Осінь 2012 р. характеризувалася достатньо жарким вереснем, з максимумами $+28,1$ °C у I декаді, $+27,1$ °C у II декаді і $+24$ °C у III декаді. Забезпечення вологою було дуже нерівномірним протягом осіннього періоду. Зима 2012/2013 рр. розпочалася теплішою за звичайну для цього періоду погодою. Протягом першої декади грудня спостерігали значні контрасти погоди. В подальшому з переміщенням активного холодного циклону встановився зимовий режим погоди: утворився сніговий покрив, спостерігалися заметілі, ожеледиця, температура повітря знизилася до показників, нижчих за норму.

У цілому за роки досліджень більш сприятливим водно-температурним режимом для

набуття рослинами видів роду *Vitex* зимостійкості та подальшого утримання ними певного ступеня аклімації протягом перезимівлі характеризувався літньо-зимовий період 2010 та 2011 рр. Однак унаслідок таких умов повністю вимерзли верхівки всіх дослідних зразків за типом «зимового висушування», незважаючи на те, що критичних температур взимку до моменту взяття зразків не було. Зима 2011/2012 рр. сприяла оцінці перебігу процесів аклімації-деаклімації в дослідних рослин. Зима 2012/2013 рр. видалася м'якою з помірним сніговим покривом і сприятливими для успішного перенесення рослинами умовами перезимівлі.

Пошкодження верхньої, середньої та нижньої частин однорічного приросту рослин *Vitex negundo* (табл. 1, рисунок) під час перезимівлі в умовах відкритого ґрунту (контроль) у 2011 р. було дуже слабким і не перевищувало 4 бали за 25-бальною шкалою. Дещо більше (на 1 бал) за інші зони пошкоджувалися верхівки приростів, але у цілому — на 3–4 бали (дуже незначно). У 2012 р. відзначено дещо інтенсивніше пошкодження різних ділянок приросту цього виду — до 7 балів (слабке пошкодження). Під час зазначеного зимового періоду найбільш суттєво в умовах відкритого ґрунту підмерзала нижня частина приросту. На нашу думку, це пояснюється відсутністю під час глибокого спокою дослідних рослин узимку 2011/2012 рр. сталого снігового покриву, що погіршувало умови зимівлі. Ймовірно, мав місце вплив посушливих умов літньо-осіннього періоду 2011 р., що виявилось нижчим рівнем оводненості тканин середньої та особливо верхньої частини приросту *Vitex negundo* порівняно з попереднім дослідним роком і, відповідно, кращою аклімаційною здатністю до пошкодження внутрішньоклітинним та внутрішньотканинним льодом. Це зумовило нижчий ступінь пошкодження середньої і особливо верхньої частини приростів *Vitex negundo* узимку 2011/2012 рр.

Для стебел рослин *Vitex negundo* проморожування з температурним режимом — 25 °C спричиняло незначні пошкодження тканин та

органів (5–7 балів у 2011 та 2012 рр. та 12–16 балів у 2013 р.), що практично відповідало умовам відкритого ґрунту. Водночас дія температури –30 °С і особливо –35 °С призвела до сильного підмерзання дослідних рослин (до 22 балів, що відповідало дуже сильному пошкодженню).

Бруньки, незалежно від виду, є найбільш чутливими до холоду. Бруньки рослин *Vitex negundo* виявилися найуразливішими до дії морозів –30 °С (середнє та сильне пошкодження — до 18 балів) і –35 °С (дуже сильне пошкодження — до 23 балів). Очевидно, що морози від –25 до –30 °С рослинам *Vitex negundo*, які перебувають у стані глибокого спокою, значної шкоди не завдають, хоча дещо знижують їх декоративність. Температури повітря –30 °С і нижче, особливо за відсутності снігового покриву, для надземної маси є критичними і спричиняють вимерзання її до кореневої шийки. З настанням весняного періоду після розпускання бруньок виявляють обмерзлі стебла та

видаляють їх, даючи можливість молодим пагонам вільно відростати. Із трьох років найбільш сприятливим для перезимівлі рослин *Vitex negundo* був 2012 р.

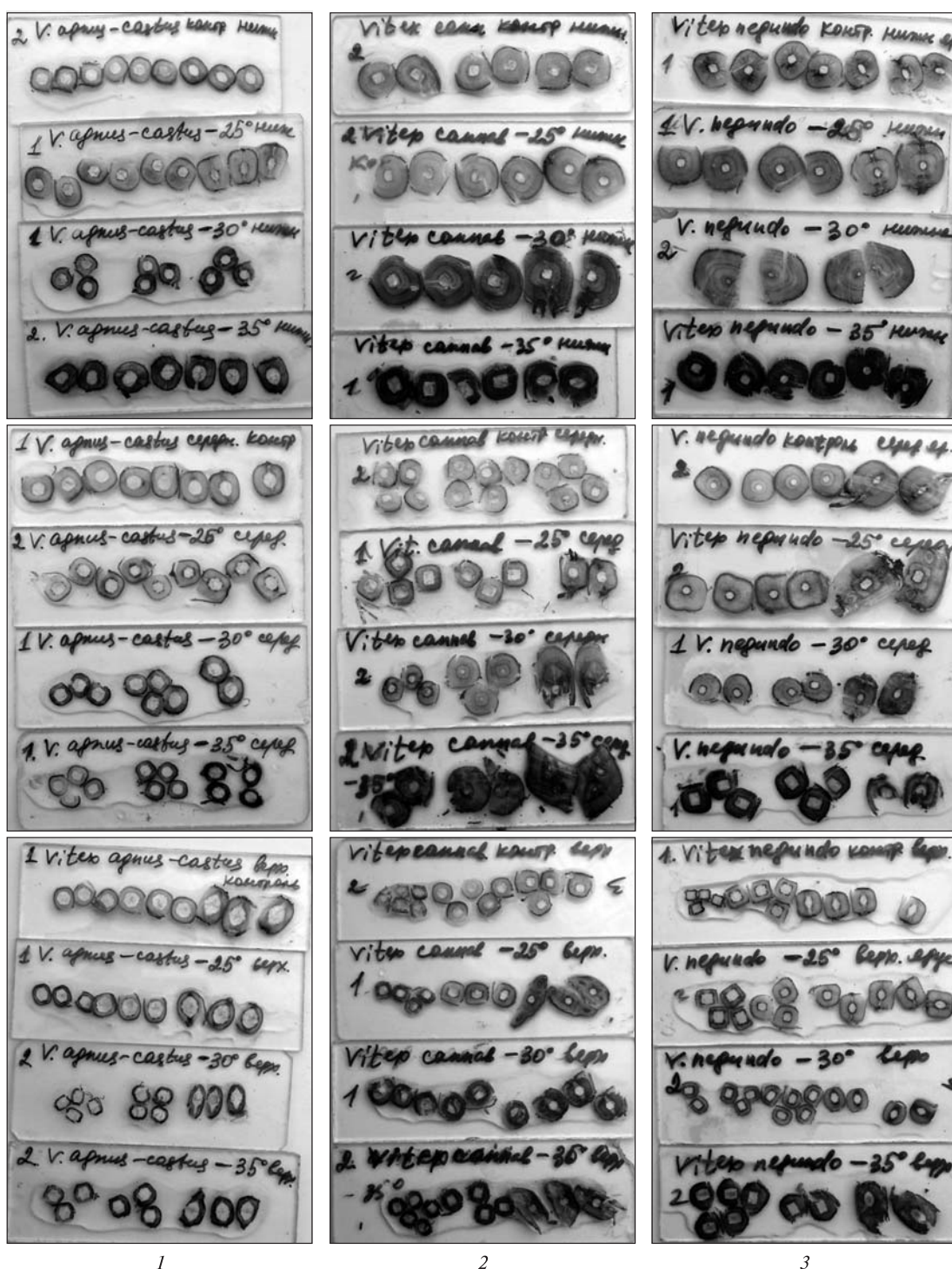
Морозостійкість рослин *V. agnus-castus* (табл. 2, див. рисунок) не поступалася такій рослин *Vitex negundo*. Дія температури –25 °С спричинила лише слабке підмерзання тканин стебла та бруньок незалежно від частини стебла і року досліджень. Важливо, що бруньки *V. agnus-castus* пошкоджувалися менше, ніж в умовах відкритого ґрунту за різних режимів проморожування. Особливо чітко позитивна тенденція спостерігається після проморожування бруньок за температур –30 та –35 °С, хоча в окремих випадках пошкодження були сильними (20 балів), проте це дещо нижчі показники порівняно із *V. negundo*. Так, вплив температури –30 °С можна оцінити як середній (до 13 балів) для стебла і сильний (до 18 балів) для бруньки, температури –35 °С — відповідно як середній (до 16 балів) та сильний (до 20 балів).

Таблиця 1. Пошкодження тканин рослин *Vitex negundo* в умовах відкритого ґрунту та за різних режимів прямого проморожування. Дослідні насадження НБС ім. М.М. Гришка НАН України (глибокий спокій), 2011–2013 рр.

Table 1. Tissues damage of *Vitex negundo* plants in conditions of open ground and in different terms of direct freezing. Research plantations of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (deep rest), 2011–2013 years

Частина пагона	Режим проморожування, °С	Сумарний бал пошкодження											
		2011 р.			2012 р.			2013 р.			Середній		
		Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку
Верхня	К*	20	3	4	16	3	5	5	3	7	14	3	5
	–25	20	5	7	12	5	7	14	12	16	15	7	10
	–30	15	6	8	14	14	16	12	7	11	14	9	12
	–35	20	15	22	15	14	19	16	15	22	17	15	21
Середня	К	20	2	3	4	4	6	5	3	7	10	3	5
	–25	20	4	6	6	6	9	12	7	11	13	6	9
	–30	20	14	17	10	10	13	8	7	12	13	10	14
	–35	20	17	23	16	16	18	13	13	18	16	15	20
Нижня	К	20	2	3	4	5	7	4	4	6	9	4	5
	–25	20	6	7	6	6	8	7	6	9	11	6	8
	–30	20	13	18	7	7	12	8	6	12	12	9	14
	–35	20	15	20	17	16	19	13	13	18	17	15	19

* К — контроль (рослини зазнавали дії природних погодних умов).



Поперечні зрізи нижової, серединної та верхівкової частини стебла рослин видів роду *Vitex* після різних режимів проморожування (контроль — природні умови): 1 — *V. agnus-castus*; 2 — *V. cannabifolia*; 3 — *V. negundo*

Cross-cats of lower, middle and top parts of *Vitex* species stem after different terms of freezing (verification — in conditions of open ground): 1 — *V. agnus-castus*; 2 — *V. cannabifolia*; 3 — *V. negundo*

За сумарними балами рослини *V. agnus-castus* були більш морозостійкими, ніж представники решти видів. У цілому за три роки досліджень зимові умови 2012 р. виявилися найсприятливішими для рослин цього виду, оскільки спричинили найменші ушкодження їх стеблам, що можна пояснити не лише меншими морозами взимку, а й умовами літнього періоду.

Найвищим ступенем морозостійкості за роки досліджень характеризувалися пагони рослин *V. cannabifolia* (табл. 3, див. рисунок). Важливо, що підмерзання стебел рослин цього виду в умовах відкритого ґрунту було дуже незначним порівняно з іншими видами (2–3 бали). Дія температури –25 °С спричинила слабкі пошкодження бруньки з максимумом 8 балів у 2012 р. та незначні (3–4 бали) пошкодження тканин стебла незалежно від його частини і року проморожування. Дія морозу –30 °С спричинила середнє пошкодження як стебел рослин *V. cannabifolia* (до 13 балів), так

і бруньок (до 16 балів), що залежало переважно від погодних умов під час набуття рослинами певного ступеня зимостійкості. Так, у зимовий період 2012 р. бруньки підмерзли дещо менше (на 1–5 балів), ніж у 2011 р., причому верхівкові бруньки виявилися більш уразливими порівняно з нижньою частиною стебла. Аналогічну тенденцію спостерігали і під впливом температури –35 °С, хоча пошкодження тканин у цілому були сильнішими. Підмерзання стебел оцінено як середнього ступеня (до 17 балів), а бруньок — як сильного ступеня (до 20 балів). Очевидно, що посушливі умови літньо-осіннього періоду 2011 р. пришвидшили процеси визрівання деревини стебла *V. cannabifolia* і, відповідно, набуття рослинами зимостійкості. Оскільки визрівання розпочинається з низу стебла, то цим пояснюється краща морозостійкість у нижній частині стебла порівняно з верхньою незалежно від виду і температурних режимів. Найбільш вдалим роком для перезимівлі рослин *V. can-*

Таблиця 2. Пошкодження тканин рослин *Vitex agnus-castus* в умовах відкритого ґрунту та за різних режимів прямого проморожування. Дослідні насадження НБС ім. М.М. Гришка НАН України (глибокий спокій), 2011–2013 рр.

Table 2. Tissues damage of *Vitex agnus-castus* plants in conditions of open ground and in different terms of direct freezing. Research plantations of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (deep rest), 2011–2013 years

Частина пагона	Режим проморожування, °С	Сумарний бал пошкодження											
		2011 р.			2012 р.			2013 р.			Середній		
		Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку
Верхня	К*	20	6	9	5	3	5	13	4	7	13	4	7
	–25	20	5	7	9	7	9	10	8	12	13	7	9
	–30	20	13	19	9	8	12	8	6	11	12	9	14
	–35	20	15	19	11	11	14	15	14	19	15	13	17
Середня	К	20	3	5	3	3	5	6	4	7	10	3	6
	–25	20	5	6	7	6	7	6	4	7	11	5	7
	–30	20	13	18	9	9	12	7	6	10	12	9	13
	–35	20	15	20	10	10	16	14	13	19	15	13	18
Нижня	К	20	4	4	4	3	6	7	5	10	10	4	7
	–25	20	4	6	7	4	6	6	5	8	11	4	7
	–30	20	10	14	9	9	12	6	6	10	12	8	12
	–35	20	16	20	10	10	15	14	14	19	15	13	18

* К — контроль (рослини зазнавали дії природних погодних умов).

nabifolia, як і для інших видів, був 2012 р., який спричинив менші пошкодження рослин морозами.

Незначне пошкодження тканин пагонів рослин *V. agnus-castus* відзначено в перимедулярній зоні контрольних зразків (див. рисунок). Функція цієї зони полягає в транспорті води та поживних речовин. Вона практично не піддається загартовуванню, внаслідок чого є найуразливішою до дії морозів. Пошкодження тканин посилюються за температури $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за температури $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ відзначається пошкодження ще й листкових слідів і тканин кори. Тканини пагонів рослин *V. cannabifolia* виявили реакцію, подібну до такої рослин *V. agnus-castus*.

Тканини стебла рослин *V. negundo* були більш уразливими. Так, після проморожування спостерігали пошкодження кори та перимедулярної зони вже за температури $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ на відміну від рослин *V. agnus-castus* та *V. cannabifolia*. За температур -30 та $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ пошко-

дження деревини було суттєвим (3 бали), листкових слідів — 3–5 балів.

Висновки

Порівняння ступеня пошкодження морозами тканин пагонів рослин інтродукованих видів *Vitex* виявило, що найуразливішою є їх верхня частина. Тривалий ріст та цвітіння рослин восени призводять до недостатнього визрівання тканин пагона до настання морозів і в окремі роки є причиною їх загибелі навіть при незначних морозах унаслідок так званого зимового висушування. Нижня частина стебла за таких умов також отримувала пошкодження внаслідок відтоку метаболітів у верхню частину для забезпечення інтенсивного апікального росту. Найбільш морозостійкою виявилася середня частина стебла.

Рослини-інтродуценти досліджуваних видів роду *Vitex* за погодних умов років досліджень в умовах відкритого ґрунту характеризувалися достатньою зимо- та морозостійкістю.

Таблиця 3. Пошкодження тканин рослин *Vitex cannabifolia* в умовах відкритого ґрунту та за різних режимів прямого проморожування. Дослідні насадження НБС ім. М.М. Гришка НАН України (глибокий спокій), 2011–2013 рр.

Table 3. Tissues damage of *Vitex cannabifolia* plants in conditions of open ground and in different terms of direct freezing. Research plantations of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (deep rest), 2011–2013 years

Частина пагона	Режим проморожування, $^{\circ}\text{C}$	Сумарний бал пошкодження											
		2011 р.			2012 р.			2013 р.			Середній		
		Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку	Верхівка	Середина	Через бруньку
Верхня	К*	20	2	3	9	2	2	10	3	9	13	2	5
	-25	20	4	6	6	4	7	9	4	7	12	4	7
	-30	20	9	16	15	13	15	12	5	10	16	9	14
	-35	20	12	18	14	13	17	16	15	20	17	13	18
Середня	К	20	2	3	5	5	2	5	4	7	10	4	4
	-25	20	3	4	7	6	8	5	3	6	11	4	6
	-30	20	12	16	11	6	12	7	6	11	13	8	11
	-35	20	13	17	13	13	15	13	13	18	15	13	17
Нижня	К	20	2	3	2	2	2	6	4	8	9	3	4
	-25	20	3	6	4	4	5	5	3	6	10	3	6
	-30	20	12	16	9	10	11	5	5	8	11	9	12
	-35	20	13	17	14	15	15	14	13	19	16	14	17

* К — контроль (рослини зазнавали дії природних погодних умов).

Тканини їх пагонів, включаючи бруньку, протягом глибокого зимового спокою пошкоджувалися незначною мірою (від 2 до 7 балів за 25-бальною шкалою). Запас морозостійкості у них достатній, щоб витримувати без суттєвих пошкоджень температури на рівні -25°C . Морози до -35°C спричиняють значні пошкодження тканин надземної частини рослин, внаслідок чого вона вимерзає до рівня снігового покриву за його наявності або до рівня кореневої шийки за відсутності снігу.

Рослини *V. cannabifolia* в умовах Правобережного Лісостепу України продемонстрували найвищу стійкість тканин пагонів як в умовах відкритого ґрунту, так і за прямого лабораторного проморожування за температурних режимів -25 , -30 та -35°C . Рослини *V. agnus-castus* мали дещо нижчу морозостійкість. Найчутливішими до морозів виявилися рослини *V. negundo*.

1. Кушніренко М.Д. Зимостійкість плодových дерев'єв і способи її підвищення / М.Д. Кушніренко. — Тамбов: Книжне изд-во, 1959. — 32 с.
2. Лабораторні та польові методи визначення морозостійкості плодových порід і культур: Метод. рекомендації / [М.О. Бублик, Т.І. Патица, О.І. Китаєв та ін.]. — НААН України, Інститут садівництва, 2013. — 26 с.
3. Лапин П.И. Интродукция древесных растений в средней полосе Европейской части СССР (научные основы, методы и результаты): Доклад на соискание ученой степени д-ра биол. наук / П.И. Лапин. — М.: ВИР, 1974.
4. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: Підручник / М.М. Мусієнко. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 392 с.
5. Некрасов В.И. Некоторые теоретические вопросы формирования интродукционных популяций лесных древесных пород / В.И. Некрасов. — М.: Лесоведение. — 1971. — № 5. — С. 26–31.
6. Некрасов В.И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений / В.И. Некрасов. — М.: Наука, 1980. — 102 с.

7. Соловьева М.А. Методы определения зимостойкости плодových культур / М.А. Соловьева. — Л.: Гидрометеоздат, 1982. — 36 с.
8. Туманов И.И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений / И.И. Туманов. — М.: Сельхозгиз, 1960. — 365 с.

REFERENCES

1. Kushnyrenko, M.D. (1959) Zimostojkost' plodovih derev'ev i sposoby ee povysheniya [Winter resistance of fruit trees and methods of its increasing]. Tambov, Knizhnoe izdatel'stvo, 32 p.
2. Bublik, M.O., Palyka, T.I., Kytajev, O.I. et al. (2013) Laboratorni ta pol'ovi metody vyznachennja morozostojkosti plodovyh porid i kul'tur (metodychni rekomendacii) [Laboratory and field methods of cold resistance identifications of fruit species and cultures (methodical recommendations)]. Kyiv, NAAN Ukrainy, Instytut sadivnytstva, 26 p.
3. Lapin, P.I. (1974) Introdukciya drevesnyh rastenij v Srednej polose Evropejskoj chasti SSSR (nauchnye osnovy, metody i rezul'taty) [Introduction of arboreal plants in Middle of European part of the USSR (scientific fundamentals, methods and results)]. Moscow, VIR.
4. Musijenko, M.M. (2001) Fiziologija roslyn: Pidruchnyk [Plants physiology: manual]. Kyiv, Fitosociocentr, 392 p.
5. Nekrasov, V.I. (1971) Nekotorye teoreticheskie voprosy formirovaniya introdukcionnyh populjacij lesnyh drevesnyh porod [Some theoretical questions of introduced forest populations of arboreal species formation]. Lesovedenie, [Silvics], 5, pp. 26–31.
6. Nekrasov, V.I. (1980) Aktual'nye voprosy razvitija teorii akklimatizacii rastenij [Actual questions of plants acclimatization theory development]. Moscow, Nauka, 102 p.
7. Solov'eva, M.A. (1982) Metody opredelenija zimostojkosti plodovyh kul'tur [The methods of winter resistance evaluation of fruit cultures]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 36 p.
8. Tumanov, I.I. (1979) Fiziologija zakalivaniya i morozostojkosti rastenij [Physiology of plants tempering and cold resistance]. Moscow, Nauka, 352 p.

Рекомендувала до друку
С.М. Ковтун-Водяницька
Надійшла до редакції 04.07.2014 р.

Н.Я. Левчик¹, Д.Г. Макарова², О.И. Кутаев²,
В.А. Кривошапка², Д.Б. Рахметов¹

¹ Національний ботанічний сад ім. Н.Н. Гришко НАН України, Україна, г. Київ

² Інститут садівництва НААН України, Україна, г. Київ, пгт Новоселки

МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ВИДОВ РОДА *VITEX* L. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ В НАЦИОНАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМ. Н.Н. ГРИШКО НАН УКРАИНЫ

Приведены результаты трехлетних исследований морозоустойчивости видов рода *Vitex* L. Выявлены особенности биологии растений, которые обуславливают повреждение интродуцентов морозами -30 и -35 °C. Методом прямого промораживания определена их потенциальная морозоустойчивость.

Ключевые слова: морозоустойчивость, интродуценты, метод прямого промораживания, рост побегов, одревенение, степень повреждения тканей, вымерзание.

N.Ya. Levchyk¹, D.G. Makarova², O.I. Kytajev²,
V.A. Kryvoshapka², D.B. Rahmetov¹

¹ M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

² Gardening Institute, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv, Novoselki

COLD RESISTANCE OF PLANTS OF *VITEX* L. SPECIES IN INTRODUCTION CONDITIONS OF M.M. GRYSHKO NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF THE NAS OF UKRAINE

The results of *Vitex* L. species cold resistance, based on 3-years researches, are given. The peculiarities of plant biology have been find out, that result in introducents damage by frost -30 and -35 °C. The degree of *Vitex* genus representatives cold resistance have been reveal itself by direct freeze method.

Key words: cold resistance, introducents, direct freeze method, sprouts growth, lignification, the degree of tissues damage, winterkilling.