

<https://doi.org/10.15407/frg2022.05.450>

УДК 634.74:631.527

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР НА РОСЛИНИ *ACTINIDIA ARGUTA*

О.І. РУДНИК-ІВАЩЕНКО^{1,2}, М.М. ЦАНДУР¹, В.В. ШВАРТАУ²

¹Інститут садівництва Національної аграрної академії наук України
03027 Київ, вул. Садова, 23

²Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17
e-mail: Rudnik2015@ukr.net

Для формування продовольчої безпеки України та світу важливо як нарощувати продуктивність основних культур — пшениці, кукурудзи, соняшника тощо, так й забезпечувати вміст у продуктах харчування людини достатніх кількостей мінералів і вітамінів впровадженням насаджень видів *Actinidia*. Вирощування видів *Actinidia* лімітоване їхньою обмеженою морозостійкістю. З метою визначення особливостей впливу на ці рослини низьких температур (–20, –25, –30 °С) встановлено їх вплив на структурні частини пагонів (кору, камбій, деревину, серцевину) двох форм французької селекції — жіночої (сорти Тахі та Ісаї) і чоловічої (сорт Дон-Жуан). Показано, що надземні частини рослин обох форм культури чутливі до впливу низьких температур, проте найуразливішими в досліді виявились паренхімні серцевинні тканини пагонів, які формують пул асимілятів для забезпечення розвитку рослини та утворення генеративних органів. У досліді стійкішими до впливу низьких температур були рослини актинідії чоловічої форми. Рівень їхньої стійкості в сумарному підсумку був на 3,3 і 3,0 бала вищим порівняно з жіночими формами сортів Ісаї і Тахі відповідно за проморожування при –30 °С. Найвищий рівень пошкодження (3,8 бала) у жіночої форми спостерігали в сорту Ісаї у тому ж варіанті (–30 °С) на зрізах через бруньку. Виявлено, що рослини жодного з досліджених сортів не мали найвищого рівня пошкодження — 6 балів, за якого настає повна загибель, що свідчить про їхню витривалість за умов вирощування в дослідженому регіоні України. Результати лабораторного вивчення морозостійкості форм *A. arguta* свідчать про можливість широкого впровадження цього виду в південних регіонах України.

Ключові слова: *Actinidia arguta*, морозостійкість, пагони, бруньки, критичні пошкодження тканин.

Щоб добитися продовольчої безпеки України та світу, важливо як нарощувати продуктивність основних культур — пшениці, кукурудзи, соняшнику тощо, так і стежити за тим, щоб у раціоні харчування людини були достатні кількості мінералів і вітамінів [1, 2]. Це можна забезпечити впровадженням плодкових культур, видів *Actinidia* та ін. Ос-

Цитування: Рудник-Іващенко О.І., Цандур М.М., Швартау В.В. Особливості впливу низьких температур на рослини *Actinidia arguta*. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. 54, № 5. С. 450–459. <https://doi.org/10.15407/frg2022.05.450>

таннім часом дедалі більшої популярності в усьому світі набуває ківі (*Actinidia*) завдяки своїм приємним смаковим якостям та високому вмісту вітаміну С [3–5]. Однак основним обмежувальним чинником для вирощування видів актинідії є низький рівень холодостійкості. Холодостійкість виду — складна реакція рослини на вплив стресу, а з'ясування особливостей такої реакції на вплив холоду визначально впливає на поширення цього виду в регіонах України. Для впровадження плодкових культур розробка ефективних методів скринінгу з визначення відмінностей сортів чи біотипів у реакції на вплив низьких температур має ключове значення для створення сортів із потрібними для регіону вирощування характеристиками, зокрема стійких до умов вирощування в Україні.

Рід *Actinidia* налічує понад 60 видів. Найчастіше в культурних насадженнях трапляються: *A. arguta* (актинідія гостролиста), *A. deliciosa* (актинідія приємна/делікатесна), *A. chinensis* (актинідія китайська), *A. kolomikta* (актинідія коломикта/маньчжурська), *A. melanandra* (червоний ківі), *A. polygama* (полігамна/гостроплідна), *A. purpurea* (актинідія пурпурова) та ін. [5, 6].

Відомо, що весняні заморозки і зимові низькі температури можуть призводити до серйозних втрат урожаю видів актинідії в країнах Європи. Численні дослідження підтвердили, що ліани актинідії зазнають серйозних пошкоджень від зазначених чинників навесні на молодих пагонах і квіткових бруньках, восени — на плодах, листках і квіткових бруньках, а взимку — на стовбурі, пагонах і сплячих бруньках. Це спостерігали в багатьох садових насадженнях країн Європи [8].

Пороговий рівень морозостійкості лози видів актинідії взимку в польових умовах варіює від -10 до -18 °C [9, 10]. Бруньки пошкоджуються на сплячих лозах за температури, нижчої від -10 °C, що виявляється у збільшенні частки відмерлих бруньок і подальшому зменшенні частки плодоносних пагонів [11].

Рослини різних видів і сортів актинідії не однаково пристосовані до впливу низьких температур. Найвитривалішими є види, що походять з Маньчжурії, де взимку бувають сильні морози [5, 6]. Рослини різних видів і сортів *Actinidia*, що їх вирощують в Україні, теж мають не однаковий рівень стійкості до низьких температур [4]. Небезпека дії морозів на тканини рослин насамперед виявляється у втраті води цитоплазмою та у формуванні кристалів льоду, що механічно пошкоджують структури клітин. Рослини актинідії у процесі свого філогенезу сформували низку адаптаційних пристосувань, які допомагають живим клітинам тканин успішно протистояти дії низьких температур. Серед таких пристосувань — здатність накопичувати в клітинах підвищені концентрації осмолітів і утворювати колоїди, які не переходять у твердий стан навіть за мінусових температур [12, 13].

Морозостійкість рослин актинідії є одним із чинників, що впливають на їхню продуктивність та якість плодів, а також сприяють успішному росту й розвитку цієї культури в умовах України, де наслідки глобальної зміни клімату стають дедалі відчутнішими. За останні 20 років середньорічна температура зросла на $0,8$ °C, а середня в січні та лютому — на $1-2$ °C, що призвело до змін у ритмі сезон-

них явищ. Через кліматичні зміни погодні умови в нашому регіоні періодично ускладнюються [14]. Тому, актуальним є питання адаптації культури до цих змін, тобто пристосування в природних чи антропогенних системах, як відповідь на фактичні або очікувані кліматичні впливи та їхні наслідки, що дає змогу знизити їхню шкодочинність.

Відома обмежена інформація щодо холодостійкості конкретних сортів і видів *Actinidia*. В країнах Європи часто висаджують сорт *A. deliciosa* Hayward. Avery [15] визначив вищий рівень холодостійкості видів *A. arguta*, *A. kolomikta*, *A. melanandra*, *A. polygama*, *A. purpurea*. Вид *A. arguta* також доволі поширений в Україні [15]. У досліджах із визначення впливу холодостресу (від -5 до -30 °C) встановлено, що серед 16 видів *A. kolomikta*, *A. polygama* та *A. arguta* мали найнижчі рівні пошкодження за впливу штучного проморожування [16].

Найнадійнішим методом оцінювання морозостійкості є піддання цілих рослин або їхніх частин штучному охолодженню та оцінювання подальшого відновлення пошкоджених тканин [17, 18].

Метою наших досліджень було оцінювання впливу критично низьких температур на рослини *Actinidia arguta* й визначення особливостей їхньої дії на рослини.

Методика

Зразки рослин *Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. відбирали у досліді зі створення інтенсивних маточних насаджень, закладених відповідно до робочого проєкту у ТОВ «Чорноморський альянс» Одеської області в партнерстві з компанією з виробництва фруктів Primland (France) на площі 16,47 га. Схема розміщення саджанців 5×4 м, кущі формували у вигляді живоплоту. Спосіб зрошення — краплинний, джерело — Барабойське водосховище. Саджанці були придбані у французькому розсаднику «Sofuruileg SL, France». Закупівля імпортного садивного матеріалу погоджена з Міністерством аграрної політики та продовольства України.

Для визначення морозостійкості відбирали надземні частини рослин *A. arguta* трьох сортів: два жіночої форми — Тахі (недостатньо зимостійкий, маса ягід від 5,8 до 9,0 г); Ісаї (середньостиглий, зимостійкий, високоврожайний, з підвищеним вмістом вітаміну С) та один чоловічої — Дон-Жуан (використовують для запилення жіночих і двостатевих сортів *A. arguta*; сильнорослий, заввишки 8—10 м).

Варіанти досліді розміщували рандомізовано у чотириразовій повторності. Відбирали зразки (25 пагонів кожного варіанта) і проморожували їх протягом зимового періоду.

Потенційну морозостійкість визначали проморожуванням у лабораторії фізіології рослин і мікробіології Інституту садівництва НААН України. Однорічні пагони з бруньками проморожували в холодильній камері CRO/400/40, дооснащеній системою контролю температурного поля (датчиками температури і модулем реєстрації), поступовим зниженням температури на 5 °C/год, а в подальшому — її підвищенням на 5 °C/год. Після досягнення заданої для певного варіанта температури зразки проморожували протягом 6 год.

Дослід виконували за варіантами: 1 (контроль) — рослини без штучного проморожування; 2 — проморожування за температури $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; 3 — за $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$; варіант 4 — за $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Після припинення дії низьких температур і відновлення процесів життєдіяльності у тканинах зразків робили зрізи на пагонах і бруньках та аналізували їх. Ступінь пошкодження морозом оцінювали за інтенсивністю побуріння тканин на окремих поперечних анатомічних зрізах за допомогою мікроскопічного аналізу за шестибальною шкалою, де 0 балів — рослини непошкоджені, 6 балів — рослини загинули. Для загальної оцінки морозостійкості гілок і пагонів з урахуванням фізіологічної нерівноцінності тканин у життєдіяльності рослини застосовували умовні коефіцієнти для кожної з них: для кори (L_{i1}) — 6, камбію (L_{i2}) — 8, деревини (L_{i3}) — 4, серцевини (L_{i4}) — 2. Отримані показники інтенсивності побуріння окремих тканин U_i (у балах) перемножували на відповідний коефіцієнт i , додавши результати з кожного рослинного зразка, отримували величину, яка характеризувала пошкодження ($L_{i\Sigma}$) [18–22]:

$$L_{i\Sigma} = U_{i1} L_{i1} + U_{i2} L_{i2} + U_{i3} L_{i3} + U_{i4} L_{i4},$$

де 1–4 — відповідно кора, камбій, деревина і серцевина.

$$L_{i\Sigma} = \sum_{i=1}^n U_i L_i.$$

Результати оброблено статистично з використанням програми Microsoft Excel 2019 з Stat Plus від Analyst Soft Inc. Version 7 (<https://www.analystsoft.com/en/>) із застосуванням критерію Стьюдента. Дані вважали достовірними за рівня значущості $p < 0,05$.

Результати та обговорення

Показано, що рослини *A. arguta* по-різному реагували на вплив низьких температур за штучного проморожування. Сорти *A. arguta* жіночої форми Тахі та чоловічої Дон Жуан сильніше пошкоджувалися під впливом проморожування.

Всі об'єкти досліджень відреагували на вплив низьких температур пошкодженнями камбію, найсильнішими вони були за температури $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ в усіх трьох повтореннях. У контрольному варіанті (рослини без штучного проморожування), камбій теж мав пошкодження, хоча й незначні. Низький рівень пошкоджень підтвердив актуальність досліджень із визначення стійкості тканин рослин актинідії до заморозків для подальшого впровадження їх у південних регіонах України та на Закарпатті.

За впливу температури $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ тканини рослини *A. arguta* сильно пошкоджувались (таблиця). Серцевина і камбій пошкоджувались сильніше за тканини кори й деревини у верхівці пагонів і через бруньку. Сумарний бал пошкодження рослин зростав статистично достовірно порівняно з контролем. При цьому найчутливішими до дії проморожування були рослини сорту Тахі.

Зниження температури проморожування до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ спричинювало подальше й істотне підвищення рівнів пошкодження рослин *A. arguta*. За станом деревини, камбію і бруньок встановлено зростання рівнів

Поискосвідчення різних форм рослини *Асінїдіа аргута* за впливу додаткового штучного проморожування, бал

Форма	Вариант	Ураження за проморожування												Сумарний бал				
		Верхівка				Середина				Через бруньку				Верхівка	Середина	Через бруньку	Всього	
		Кора	Камілі	Дерешина	Серцевина	Кора	Камілі	Дерешина	Серцевина	Кора	Камілі	Дерешина	Серцевина					Брунька
Жіноча / (сорт Ієат)	К	0,3±0,1 ^а	0,5±0,1 ^а	0,3±0,1 ^а	1,0±0,2 ^а	0,5±0,1 ^а	0,5±0,1 ^а	0,5±0,1 ^а	1,2±0,2 ^а	0,7±0,2 ^а	0,9±0,1 ^а	0,5±0,1 ^а	1,0±0,3 ^а	1,0±0,2 ^а	2,1	2,7	4,1	9,9
	-20	0,7±0,2 ^б	0,9±0,2 ^б	0,5±0,2 ^а	1,5±0,3 ^а	0,5±0,1 ^а	0,8±0,2 ^а	0,5±0,1 ^а	1,7±0,3 ^а	0,7±0,1 ^а	0,9±0,2 ^а	0,5±0,1 ^а	1,8±0,2 ^а	0,5±0,3 ^а	3,6	3,5	4,4	11,5
	-25	0,9±0,2 ^б	1,2±0,2 ^б	1,2±0,3 ^б	2,0±0,3 ^б	1,0±0,2 ^б	1,5±0,3 ^б	1,7±0,3 ^б	2,2±0,3 ^б	0,9±0,2 ^а	1,0±0,2 ^а	1,2±0,3 ^б	1,7±0,2 ^а	1,2±0,3 ^а	5,3	6,4	6,0	17,7
Жіноча / (сорт Тахі)	-30	2,5±0,2 ^а	2,2±0,2 ^а	3,0±0,3 ^а	3,0±0,4 ^а	2,5±0,4 ^а	2,2±0,3 ^а	3,2±0,4 ^а	3,2±0,3 ^а	2,5±0,3 ^а	2,2±0,3 ^б	3,8±0,3 ^а	3,5±0,3 ^а	3,8±0,4 ^а	10,7	11,1	15,8	37,6
	К	0,2±0,1 ^а	0,4±0,1 ^а	0,3±0,1 ^а	1,0±0,1 ^а	0,2±0,1 ^а	0,4±0,1 ^а	0,3±0,1 ^а	1,0±0,1 ^а	0,4±0,1 ^а	0,5±0,1 ^а	0,7±0,1 ^а	1,5±0,2 ^а	0,7±0,1 ^а	1,9	1,9	3,7	7,5
	-20	0,7±0,3 ^б	0,9±0,2 ^б	1,2±0,3 ^б	1,5±0,2 ^а	0,7±0,2 ^б	1,0±0,2 ^б	1,2±0,2 ^б	1,6±0,2 ^а	1,0±0,2 ^б	1,4±0,4 ^б	1,2±0,2 ^б	2,0±0,3 ^б	2,0±0,3 ^б	4,3	4,5	7,6	16,4
Чоловіча / (сорт Дот Жуан)	-25	1,0±0,2 ^б	1,2±0,2 ^б	1,5±0,2 ^б	2,0±0,4 ^б	1,2±0,3 ^б	1,5±0,3 ^б	1,5±0,2 ^б	2,2±0,3 ^б	1,2±0,3 ^б	1,4±0,3 ^б	1,5±0,3 ^б	2,5±0,3 ^б	2,5±0,4 ^б	5,7	6,4	9,1	21,2
	-30	3,5±0,4 ^а	3,0±0,3 ^а	2,9±0,3 ^г	2,5±0,4 ^а	2,8±0,4 ^а	2,5±0,4 ^а	2,9±0,4 ^а	2,5±0,3 ^б	2,8±0,4 ^а	2,5±0,3 ^а	2,9±0,2 ^а	3,0±0,3 ^а	3,2±0,3 ^а	11,9	10,7	14,4	37,0
	К	0,5±0,1 ^а	0,7±0,1 ^а	0,5±0,1 ^а	1,2±0,2 ^а	0,7±0,1 ^а	0,8±0,2 ^а	0,5±0,1 ^а	1,2±0,2 ^а	0,7±0,1 ^а	0,9±0,1 ^а	0,7±0,1 ^а	1,5±0,2 ^а	1,5±0,2 ^а	2,9	3,2	5,3	11,4
Жуан)	-20	1,0±0,3 ^б	0,9±0,2 ^а	0,7±0,1 ^а	1,2±0,2 ^а	0,9±0,2 ^а	0,7±0,1 ^а	0,9±0,2 ^б	1,2±0,1 ^а	1,0±0,2 ^а	0,9±0,1 ^а	0,9±0,2 ^а	1,5±0,2 ^а	1,0±0,2 ^а	3,8	3,7	5,3	12,8
	-25	1,5±0,3 ^б	1,2±0,2 ^а	1,2±0,3 ^б	1,8±0,2 ^б	1,5±0,3 ^б	1,2±0,2 ^б	1,5±0,3 ^б	1,8±0,2 ^б	1,8±0,3 ^б	1,5±0,3 ^б	1,8±0,3 ^б	2,5±0,4 ^б	2,7±0,3 ^б	5,7	6,0	10,3	22,0
	-30	3,0±0,4 ^а	2,5±0,3 ^а	2,8±0,3 ^г	2,0±0,3 ^а	2,5±0,4 ^а	2,0±0,3 ^а	2,7±0,4 ^г	3,0±0,3 ^а	2,7±0,3 ^а	2,5±0,3 ^а	2,7±0,5 ^а	3,0±0,4 ^а	3,0±0,3 ^а	10,3	10,2	13,9	34,4

Примітка. Літери слугують для порівняння вибірок ($p < 0,05$). Однаковими літерами позначені варіанти без статистично значущих відмінностей. К — контроль.

пошкодження в 1,5–2 рази. Статистично достовірних відмінностей за рівнями пошкодження сортів жіночої форми не встановлено; рослини чоловічої форми пошкоджувалися на 15–18 % сильніше.

Істотно зростали рівні пошкодження рослин за проморожування при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$; сумарний бал пошкоджень ($>30\text{ }^{\circ}\text{C}$) для всіх форм рослин *A. arguta* був високим і між формами статистично не відрізнявся.

Паренхімні тканини серцевини надземних пагонів важливі для забезпечення асимілятами генеративних органів, як і є в усіх вищих квіткових рослин. Вірогідно, що рівні резистентності до морозів цих частин рослин можуть формувати основу морозостійкості виду/форми *Actinidia* [6–9]. Щоб оцінити вплив низьких температур на клітини серцевини у пагонах різних форм контрольні зрізи і відповідний аналіз проводили на стеблах середньої частини рослин. Ці тканини у рослин сорту Ісаї жіночої форми після дії температури $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ мали бал пошкодження 1,2. Зразки рослин цієї ж форми сорту Тахі виявилися чутливішими до дії низьких температур порівняно з сортом Ісаї. Рівень пошкодження тканин серцевини у них становив 1,6 бала, тобто перевищував показники рослин варіанта 3 ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) на 33,3 %. Посилення дії температурного стресового чинника на дослідні зразки стебел до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ істотно збільшувало пошкодження морозом клітин серцевини. У рослин сорту Ісаї рівень пошкодження тканин паренхіми зростав з 1,2 до 2,2 бала за температури $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наступне посилення охолодження зразків до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ще негативніше впливало на клітини серцевини у стеблах. Рівень пошкодження її клітин досягав 3,2 бала або зростав порівняно з проморожуванням за $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ у 2,7 рази.

Рослини жіночої форми сорту Ісаї чутливо реагували на посилення дії низьких температур на тканини серцевини у стеблах. Під впливом температури $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ пошкодження морозом клітин серцевини в них збільшувалось, проте не перевищувало встановлених рівнів пошкодження стійкішого сорту Тахі (2,2 бала).

Рівень пошкодження тканин і клітин серцевини у стеблах рослин *Actinidia* сорту Тахі під дією проморожування максимального у досліді ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) був навіть дещо нижчим порівняно з показниками сорту Ісаї і становив 2,5 бала. Отже, пошкодження клітин паренхіми було меншим на 0,7 бала або на 28 %.

Усі надземні частини рослин *A. arguta* чутливі до впливу низьких температур, цей вплив небезпечний і стосовно впливу на розвиток тканин деревини у стеблах. Механічні волокна з целюлози, зміцнені молекулами лігніну, надають тканинам деревини відповідної ригідності (жорсткості і механічної міцності). Деревина верхівок пагонів надземних частин рослин реагувала на дію низьких температур у процесі їх проморожування. За температури, нижчої від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, на зрізах було зафіксовано пошкодження клітин деревини у рослин сорту Ісаї на рівні 0,3 бала. Посилення екстремального охолодження зразків до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ призводило до збільшення пошкоджень клітин деревини на верхівках стебел до 1,2 бала. За максимального в досліді охолодження до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ пошкодження клітин деревини морозом досягало 3,0 бала. У зразках рослин сорту Тахі чутливість тканин деревини до дії морозу $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ була на рівні попередньої форми.

Водночас за посилення проморожування до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ рівень пошкодження клітин деревини зростав до 1,5 бала і перевищував відповідний показник у рослин попередньої форми на 0,3 бала або на 25 %. За охолодження зразків стебел рослин *A. arguta* сорту Тахі до максимальної в досліді температури $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ спостерігали тенденцію до перевищення рівня стійкості до холоду в сорту Ісаї. Рівень пошкодження клітин деревини на верхівках пагонів становив 2,9 бала, тобто був нижчим, ніж у рослин сорту Тахі.

Чоловіча форма рослин сорту Дон Жуан виявилася стійкішою до низьких температур порівняно з сортами жіночої форми. Як видно з даних таблиці, у варіанті з найнижчою температурою проморожування $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ частини рослин *A. arguta* (деревина та серцевина верхівки), а також деревина середини і через бруньку пошкоджувалися найменше, і в підсумку їхня стійкість виявилася вищою порівняно з сортами жіночої форми Тахі та Ісаї на 5,8 і 4,9 бала відповідно. Сумарний бал пошкодження пагонів рослин сорту Дон Жуан у варіанті 4 ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) становив 34,4.

Рослини жодної з досліджених форм не досягли найвищого рівня пошкодження — 6 або 5 балів, щоб вело до їх загибелі. Найвищий рівень пошкодження (3,8 бала) мав сорт Ісаї у варіанті 4 ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) на зрізах через бруньку.

Отже, усі надземні частини рослин актинідії виявляли чутливість до впливу низьких температур, однак найбільше пошкоджувалися морозами серцевинні тканини пагонів. Центральна частина пагона — серцевина, що представлена паренхімою, є зоною депонування запасних речовин. Запасні речовини у пагоні забезпечують не лише його формування, а й розвиток усєї рослини. Тому, щоб оцінити морозостійкість певної форми і сорту рослин, важливо визначити стан саме центральних частин пагонів. Як уже зазначалось, рослини жодної з форм не досягали найвищого рівня пошкодження — 6 балів, за якого настає їх повна загибель, що свідчить про витривалість рослин актинідії за умов вирощування в зоні досліджень. Згідно з отриманими результатами вивчення особливостей стійкості рослин *A. arguta* до впливу низьких температур, рівні витривалості до дії морозів доволі високі. Отже, цю вкрай важливу з погляду формування основ забезпечення продовольчої безпеки та декоративну культуру можна вирощувати в умовах багатьох регіонів України.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Моргун В.В., Рибалка О.І. Стратегія генетичного поліпшення зернових злаків з метою забезпечення продовольчої безпеки, лікувально-профілактичного харчування та потреб переробної промисловості. *Вісник Національної академії наук України*. 2017. № 3. С. 54—64. <https://doi.org/10.15407/vsn2017.03.054>
2. Моргун В.В., Коць С.Я. Внесок науковців Інституту фізіології рослин і генетики НАН України в розвиток біологічної науки та економіку країни. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. 53, № 2. С. 95—111, <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.095>
3. Stonehouse W., Gammon C.S., Beck K.L., Conlon C.A., Von Hurst P.R., Kruger R. Kiwifruit: our daily prescription for health. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2013. 91(6). P. 442—447. <https://doi.org/10.1139/cjpp-2012-0303>

4. Zaimenko N.V., Skrypchenko N.V., Ivanytska B.O., Klymchuk D.O., Novychenko N.S., Liu D. The effect of soil and climatic conditions on the distribution of nutrients in *Actinidia arguta* leaves. *Biosystems Diversity*. 2020. **28**(1). P. 113–118. <https://doi.org/10.15421/012015>
5. Li Y.F., Jiang W., Liu C., Fu Y., Wang Z., Wang M., Chen C., Guo L., Zhuang Q.G., Liu Z.B. Comparison of fruit morphology and nutrition metabolism in different cultivars of kiwifruit across developmental stages. *Peer J*. 2021. **9**. P. e11538. <https://doi.org/10.7717/peerj.11538>
6. Ferguson A.R. Kiwifruit: a botanical review. *Hortic Rev*. 1984. **6**. P. 1–64.
7. Sale P.R. Kiwifruit Growing. Crown Copyright Reserved: New Zealand, Wellington, 1990. 88 p.
8. Blanchet P. Frost damage to kiwi (*Actinidia sinensis* Pl.): risks to the French orchards *Arboriculture Fruitiere. Arboriculture-Fruitiere (France)*. 1985. **370**. P. 43–48.
9. Dozier W.A. Jr., Caylor A.W., Himelrick D.G., Powell A.A. Cold protection of kiwi fruit plants with trunk wraps and microsprinkler irrigation. *Hort Science*. 1992. **27**. P. 977–979.
10. Nanos G.D., Sfakiotakis E.M., Boufidis C., Tsitouridis K. Frost damage and protection of kiwi vines. *Acta Hort*. 1997. **444**. P. 233–236. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.444.35>
11. Hewett E.W., Young K. Critical freezedamage temperatures of flower buds of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.). *N. Z. J. Agr. Res*. 1981. **24**. P. 73–75.
12. Palonen P., Buszard D. Current state of cold hardiness research on fruit crops. *Can. J. Plant Sci*. 1997. **77**. P. 399–420.
13. Yu D.J., Lee H.J. Evaluation of freezing injury in temperate fruit trees. *Hortic. Environ. Biotechnol*. 2020. **61**. P. 787–794. <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00264-4>
14. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Результати дослідження Світового банку «Оцінка впливу, можливостей та пріоритетів для України у зв'язку зі зміною клімату». 2021. <https://mepr.gov.ua/news/38732.html>
15. Avery J. *Actinidia. Annu. Rpt. Northern Nut Growers Assn*. 1991. **82**. P. 175–179.
16. Sun S., Qi X., Wang R., Lin M., Fang J. Evaluation of freezing tolerance in *Actinidia* germplasm based on relative electrolyte leakage. *Horticult., Envir. Biotechnol*. 2020. **61**(4). P. 755–765. <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00272-4>
17. Quamme H.A. Breeding and selecting temperate fruit crops for cold hardiness, P. 313–332. In: Liand P.H., Sakai A. (Eds.). *Plant cold hardiness and freezing stress: Mechanisms and crop implications*. Academic Press, New York. 1978.
18. Chat J. Cold Hardiness within the Genus *Actinidia*. *Hort Science*. 1995. **30**(2). P. 329–332.
19. Бублик М.О., Патики Т.І., Китаєв О.І., Макарова Д.Г., Кривошопка В.А., Гончарук Ю.Д., Потанін Д.В. Лабораторні і польові методи визначення морозостійкості плодів порід і культур (методичні рекомендації). Київ: НААН України — Інститут садівництва НААН, 2013. 26 с.
20. Грохольський В.В., Потанін Д.В., Китаєв О.І., Бублик М.О. Польові методи визначення морозостійкості плодів порід. *Садівництво: міжвід. темат. наук. зб*. 2008. **61**. С. 277–291.
21. Palonen P., Buszard D. Current state of cold hardiness research on fruit crops. *Can. J. Plant Sci*. 1997. **77**. P. 399–420.

Отримано 03.10.2022

REFERENCES

1. Morgun, V.V. & Rybalka, O.I. (2017). Strategy of cereals genetic improvement aimed at food safety, health promotion and industry needs. *Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr.*, 3, pp. 54–64 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/visn2017.03.054>
2. Morgun, V.V. & Kots, S.Ya. (2021). Contribution of scientists of the Institute of Plant Physiology and Genetics of NAS of Ukraine in the development of biological science and economy of the country. *Fiziol. rast. genet.*, 53, No. 2, pp. 95–111 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.095>

3. Stonehouse, W., Gammon, C.S., Beck, K.L., Conlon, C.A., Von Hurst, P.R. & Kruger, R. (2013). Kiwifruit: our daily prescription for health. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 91(6), pp. 442-447. <https://doi.org/10.1139/cjpp-2012-0303>.
4. Zaimenko, N.V., Skrypchenko, N.V., Ivanytska, B.O., Klymchuk, D.O., Novychenko, N.S. & Liu, D. (2020). The effect of soil and climatic conditions on the distribution of nutrients in *Actinidia arguta* leaves. *Biosystems Diversity*, 28(1), pp. 113-118. <https://doi.org/10.15421/012015>
5. Li, Y.F., Jiang, W., Liu, C., Fu, Y., Wang, Z., Wang, M., Chen, C., Guo, L., Zhuang, Q.G. & Liu, Z.B. (2021). Comparison of fruit morphology and nutrition metabolism in different cultivars of kiwifruit across developmental stages. *Peer J.*, 9, p. e11538. <https://doi.org/10.7717/peerj.11538>
6. Ferguson, A.R. (1984). Kiwifruit: a botanical review. *Hortic. Rev.*, 6, pp. 1-64.
7. Sale, P.R. (1990). *Kiwifruit Growing*. Crown Copyright Reserved: New Zealand, Wellington.
8. Blanchet, P. (1985). Frost damage to kiwi (*Actinidia sinensis* Pl.): risks to the French orchards. *Arboriculture Fruitiere. Arboriculture-Fruitiere (France)*, 370, pp. 43-48.
9. Dozier, W.A. Jr., Caylor, A.W., Himelrick, D.G. & Powell, A.A. (1992). Cold protection of kiwi fruit plants with trunk wraps and microsprinkler irrigation. *HortScience*, 27, pp. 977-979.
10. Nanos, G.D., Sfakiotakis, E.M., Boufidis, C. & Tsitouridis, K. (1997). Frost damage and protection of kiwi vines. *Acta Hortic.*, 444, pp. 233-236. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.444.35>
11. Hewett, E.W. & Young, K. (1981). Critical freeze damage temperatures of flower buds of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.). *N. Z. J. Agr. Res.*, 24, pp. 73-75.
12. Palonen, P. & Buszard, D. (1997). Current state of cold hardiness research on fruit crops. *Can. J. Plant Sci.*, 77, pp. 399-420.
13. Yu, D.J. & Lee, H.J. (2020). Evaluation of freezing injury in temperate fruit trees. *Hortic. Environ. Biotechnol.*, 61, pp. 787-794. <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00264-4>
14. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. (2021). Results of the World Bank study «Building climate resilience in agriculture and forestry», Ukraine. <https://mepr.gov.ua/news/38732.html>
15. Avery, J. (1991). *Actinidia*. *Annu. Rpt., Northern Nut Growers Assn.*, 82, pp. 175-179.
16. Sun, S., Qi, X., Wang, R., Lin, M. & Fang, J. (2020). Evaluation of freezing tolerance in *Actinidia* germplasm based on relative electrolyte leakage. *Hortic. Environ. Biotechnol.*, 61, 4, pp. 755-765. <https://doi.org/10.1007/s13580-020-00272-4>
17. Quamme, H.A. (1978). Breeding and selecting temperate fruit crops for cold hardiness, pp. 313-332. In: Liand, P.H. & Sakai, A. (Eds.). *Plant cold hardiness and freezing stress: Mechanisms and crop implications*. Academic Press, New York.
18. Chat, J. (1995). Cold hardiness within the Genus *Actinidia*. *Hort Sci.*, 30(2), pp. 329-332.
19. Bublik, M.O., Patyka, T.I. & Kitaev, O.I. (2013). Laboratory and field methods for determining the frost resistance of fruit species and crops (guidelines). Kyiv: NAAS of Ukraine, Institute of Horticulture NAAS [in Ukrainian].
20. Grokholsky, V.V., Potanin, D.V., Kitaev, O.I. & Bublik, M.O. (2008). Field methods for determining frost resistance of fruit species. *Gardening: interdisciplinary thematic scientific collection.*, 61, pp. 277-291 [in Ukrainian].
21. Palonen, P. & Buszard, D. (1997). Current state of cold hard in essresearchon fruit crops. *Can. J. Plant Sci.*, 77, pp. 399-420.

Received 03.10.2022

FEATURES OF THE IMPACT OF LOW TEMPERATURES ON *ACTINIDIA ARGUTA*

O.I. Rudnyk-Ivashchenko^{1,2}, *M.M. Tsandur*¹, *V.V. Schwartau*²

¹Institute of Horticulture, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
23 Sadova St., Novosilky, Kyiv Region, 03027, Ukraine

²Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylykivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

For the formation of food security in Ukraine and the world, it is important to increase the productivity of major crops — wheat, corn, sunflower, etc., as well as to ensure the presence of sufficient quantities of minerals and vitamins in human nutrition through the introduction of *Actinidia* fruit species. The limiting factor of widespread introduction of *Actinidia* species is reduced frost resistance. In order to determine the peculiarities of the influence of low temperatures (–20, –25, –30 °C), their influence on the structural parts of the shoots: bark, cambium, wood, heartwood — of two forms of French selection — female (Taxi and Isai varieties) and male (Don Juan variety) was established. It was shown that the above-ground parts of plants of both forms of culture show sensitivity to low temperatures, but the most vulnerable in the experiment were the parenchymal core tissues of the shoot, which form a pool of assimilates to ensure plant development and the formation of generative organs. In the experiment, male *Actinidia* plants were more resistant to low temperatures. Their level of resistance in total was 3.0–3.3 points higher compared to the varieties of female forms. The highest level of damage (3.8 points) in the female form was observed in the variety Isai in the same variant (–30 °C) on cuts through the bud. It was found that plants of any variety, which were in the experiment, did not suffer the highest degree of damage — 6 points, at which there is a complete death, which indicates their endurance under growing conditions in the research area of the region of Ukraine. The results of laboratory studies of frost resistance of *A. arguta* forms indicate the possibility of widespread introduction of this species in the southern regions of Ukraine.

Key words: frost resistance, laboratory freezing, shoots, buds, critical tissue damage.