

УДК 634.11:631.641.11:681:1.036.5

## ОЦІНКА МОРЗОСТІЙКОСТІ НОВИХ КЛОНОВИХ ПІДЩЕП ЯБЛУНІ МЕТОДОМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ

**П.В. КОНДРАТЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, академік УААН,  
**О.І. КИТАЄВ**, кандидат біологічних наук,  
**В.М. ПЕЛЕХАТИЙ**, кандидат сільськогосподарських наук,  
**Н.П. ПЕЛЕХАТА**, молодший науковий співробітник  
Інститут садівництва УААН

---

*Методом диференціальної термографії на фоні підщеп–еталонів 54–118 та 62–396 проведено порівняльний аналіз перебігу процесів льодоутворення в тканинах коренів 11 клонів підщеп яблуні. За комплексом показників ДТА прогнозується досить висока морозостійкість підщеп селекції Інституту садівництва УААН – карликових ІС–1–41, ІС–1–180 і напівкарликових ІС–2–182, ІС–2–244, ІС–2–247.*

**Ключові слова:** яблуня, підщепа, морозостійкість, аналіз, пошкодження, тканина, коренева система.

Успішне вирощування інтенсивних насаджень яблуні на клонівих підщепах можливе в більшості садівничих регіонів України, але за умови відсутності аномальних природних явищ. Один з основних лімітуючих факторів при вирощуванні яблуні на клонівих підщепах, особливо у північних регіонах, – це недостатня морозостійкість більшості вегетативно розмножуваних підщеп. Так, для кореневої системи дерев на поширених підщепах серії М і ММ критичною є температура мінус 10–10,5°C, виняток становлять підщепи МЗ, ММ109, що вимерзають

при мінус 12–12,5°C [3, 4]. В результаті багаторічної роботи вітчизняних та зарубіжних вчених виведено ряд більш зимостійких форм, коріння яких витримує зниження температури ґрунту до мінус 13°C, а у деяких підщеп (54–118, 57–490) – до мінус 16°C. На жаль, у переважній більшості підщеп поряд із позитивними ознаками присутні й негативні, пов'язані з силою росту, скороплідністю, продуктивністю дерев, посухостійкістю, розмноженням тощо. Це обмежує широке використання клонових підщеп у виробництві [6, 8, 14].

В Інституті садівництва УААН у результаті селекційної роботи виділено ряд перспективних форм клонових підщеп яблуні, комплексна оцінка яких неможлива без вивчення їхньої морозостійкості.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили у 2003–2004 роках в Інституті садівництва УААН (Києво-Святошинський район Київської області). Маточник клонових підщеп яблуні знаходиться на ділянці, що входить у землекористування ІС УААН (північна частина Центрально-лісостепової агроґрунтової зони). Ґрунт ділянки – темно-сірий опідзолений, легкосуглинковий на карбонатах. Вміст гумусу в орному шарі – 2–2,3 %, рухомих форм фосфору – 6,6–6,9 мг, обмінного калію – 6,2–6,5 мг на 100 г ґрунту, рН ґрунтового розчину 5,6–5,7. Відсадки в маточнику відділяли у кінці жовтня – на початку листопада й зберігали в підвалі при температурі плюс 2–3°C.

Об'єктами досліджень були нові клонові підщепи яблуні серії ІС селекції Інституту садівництва УААН (селекціонери Дрозденко Р.П., Чиж О.Д., Пелехатий В.М.). За контроль брали добре вивчені морозостійкі підщепи 62–396 для групи карликових і 54–118 для напівкарликових.

Розвиток морозостійкості та її втрата тісно пов'язані із змінами стану води у тканинах плодових рослин [7, 10]. Для аналізу їхньої морозостійкості все частіше використовували диференціальний термічний аналіз (ДТА) процесів льодоутворення в органах і тканинах рослин. Цей метод передбачає аналіз термограм льодоутворення з урахуванням співвідношення окремих смуг, інтервалу їхньої появи [5,13]. Основну увагу приділяли аналізу низькотемпературних екзотерм (НТЕ) ксилеми [11]. Саме тому було проведено аналіз льодоутворення в коренях підщеп, які характеризуються вищою гідратацією та значно нижчою морозостійкістю порівняно з пагонами і гілками [12].

Характер льодоутворення вивчали за допомогою спеціально створеного приладу для диференціального термічного аналізу. Як датчики температури використовували хромель-копелеві термопари. Одну термопару вводили у центральну частину деревини кореня на глибину 8–10 мм, другу – в зразок порівняння. Як індиферентний еталон використовували парафін із розмірами, близькими до розмірів зразка. Термопари вмикали полюсами назустріч одна одній. Сигнал подавався на вхід "У" високочутливого потенціометра Н–307 з двома координатами. Ще одну термопару використовували для вимірів температури у камері

охолоджувача. Сигнал від цієї термопарі подавався на вхід "X" того ж потенціометра [1].

Для аналізу льодоутворення брали частини кореня завдовжки 1,5–2 см, діаметром 4,5–6 мм, масою 300–500 мг із корою. Під час аналізу зразки охолоджували у двокаскадному напівпровідниковому мікрохолодильнику типу ТЛМ–2. Температуру в камері знижували з постійною швидкістю до 1°C/хв при інтервалі температур від плюс 10°C до мінус 40°C. Підключення термопар дозволяло вимірювати температурну різницю між зразком та еталоном у процесі льодоутворення. При перетворенні води в лід виділялася прихована теплота, яка вимірюється як різниця сигналів від термопар, викликаних підвищенням температури досліджуваного зразка відносно еталона, що не містить води.

Льодоутворення в різних тканинах зразка відбувається нерівномірно, тому на екзотермах присутні кілька максимумів, амплітуда і положення яких значною мірою визначаються водно-фізичними властивостями тканин [5,12].

**Результати досліджень.** Аналіз льодоутворення за допомогою термографічного методу дав змогу виявити особливості тепловиділення у тканинах коренів різних за морозостійкістю клонових підщеп кісточкових. На спектрах тепловиділення зразків коренів присутні кілька досить виразних смуг в інтервалі температур мінус 5–30°C. Перша екзотерма у діапазоні температур мінус 5–10°C характеризує процеси льодоутворення в тканинах ксилеми, друга, що реєструється при мінус 10–20°C, – у тканинах флоєми. Порівняно низьку температуру ініціації льодоутворення в флоємі пояснюють незначними розмірами макрокапілярів, а також наявністю у міжклітинному просторі значної кількості розчинених речовин-природних кріопротекторів. На фоні смуги тепловиділення флоєми реєструються ще кілька низькотемпературних екзотерм у діапазоні мінус 24–30°C. Найзначимішою особливістю екзотерм коренів є наявність досить інтенсивної смуги низькотемпературної екзотерми ксилеми [1,12].

У більшості підщеп з групи напівкарликових, включно з контролем 54–118, інтенсивність тепловиділення в низькотемпературному діапазоні була дуже високою, хоча і дещо нижчою, ніж при льодоутворенні у ксилемі в температурному інтервалі мінус 5–15°C (табл.). У високотемпературної екзотерми (ВТЕ) цих підщеп був досить широкий температурний діапазон льодоутворення – в межах мінус 5–6,5°C.

Ці ж підщепи характеризувалися, як правило, широким діапазоном льодоутворення в корені у цілому. Різко виділяється серед напівкарликів підщеп ІС–2–67, що мала найвужчий діапазон льодоутворення, найнижчу температуру ініціації льодоутворення та надзвичайно низькі

**Параметри екзотермічних процесів при льодоутворенні в тканинах підщеп яблуні (Новосілки, середнє за 2003–2004 рр., січень)**

Форми	Температурний діапазон льодоутворення, °С			Амплітуди екзотермічних процесів при льодоутворенні, $\Delta T$ °С			
	ВТЕ у ксилемі	НТЕ у ксилемі	кореня в цілому	фронту	максимум у ксилемі	максимум у флоемі	НТЕ
54–118	6,4	–24–34	24,3	2,0	3,5	5,2	3,0
IC–2–67'	7,0	–32–35	17,5	0,5	0,7	0,8	0,8
IC–2–161	3,5	–26–32	21,2	2,0	2,7	3,1	1,7
IC–2–244	5,3	–30–34	20,9	1,1	1,8	2,3	1,1
IC–2–247	5,5	–28–33	23,4	1,1	1,8	2,4	1,2
IC–2–182	3,4	–25–31	23,0	4,3	4,4	6,6	3,8
62–396	6,2	–25–32	22,4	1,7	5,1	6,7	3,7
IC–1–41	6,3	–26–32	24,0	1,7	4,0	5,0	1,6
IC–1–98	5,2	–26–33	23,1	2,5	3,5	5,1	4,2
IC–1–180	6,0	–26–31	23,2	1,7	3,9	6,4	4,3

\*Дані за 2003 рік.

амплітуди екзотермічних процесів. Такий перебіг у характері льодоутворення в корені свідчить про недостатній адаптивний потенціал її до дії низьких температур. Підтвердженням низької морозостійкості підщепи IC–2–67' стала майже повна загибель маточних кущів після зими 2002–2003 року, коли в грудні за відсутності снігового покриву температура ґрунту на глибині 20 см знижувалася до мінус 12°C.

Група карликових підщеп характеризувалася стабільно широкими температурними діапазонами льодоутворення ВТЕ в ксилемі й кореня у цілому. Температура ініціації льодоутворення була досить високою – в межах мінус 8–11 °С. Досліджувані підщепи, як і напівкарлики, відзначалися також низькою амплітудою фронту льодоутворення, але у них дуже повільно відбувалася міграція води до центрів льодоутворення, що проявлялось як у малому градієнті наростання екзотермічного процесу, так і в широкому діапазоні ВТЕ. Крім того, ці підщепи відрізнялися чітким виділенням низькотемпературного екзотермічного процесу. Такий характер НТЕ ксилеми визначався розвитком від'ємного матричного потенціалу мікрокапілярів клітинних стінок у відповідь на обезводнення їх льодом. Найчастіше поява НТЕ пов'язана з жорсткістю клітинних стінок, виникненням від'ємного тургору, здатністю клітинних стінок деревини утримувати воду в переохолодженому стані [9]. Висока здатність тканин коренів утримувати воду пояснюється структурою клітинних оболонок, які значною мірою опосередковують здатність

рослин регулювати водообмін [2]. Ця структурна особливість перешкоджає відтоку води до центрів льодоутворення у великих судинах, викликає значне обводнення паренхімних клітин ксилеми [12].

### Висновки

Недостатньо висока морозостійкість, передусім ксилеми коренів, зумовлена великою мірою її здатністю утримувати воду в переохоложеному стані, що проявляється у досить високому рівні низькотемпературної екзотерми ксилеми.

Диференціальний термічний аналіз дає змогу чітко відстежувати перебіг процесів льодоутворення в тканинах коренів, які визначають їхню потенційну морозостійкість. Проте для ранжирування за рівнем морозостійкості необхідно проводити порівняльний аналіз параметрів льодоутворення досліджуваних підщеп і підщеп з відомою морозостійкістю (еталонних).

За допомогою методу ДТА встановлена висока морозостійкість підщеп селекції Інституту садівництва УААН – карликових ІС–1–41, ІС–1–180 і напівкарликових ІС–2–182, ІС–2–244, ІС–2–247, які не поступалися еталонним підщепам 62–396 та 54–118. Прогнозується, що коренева система цих підщеп може витримувати зниження температури фунту до мінус 14–15°C.

### Список літератури

1 *Васюта С.О., Китаєв О.І.* Порівняльна оцінка морозостійкості клонових підщеп кісточкових культур // Садівництво. – К.: Нора–друк, 2001. – Вип. 53. – С. 312–319.

2 *Каримова Ф.Г., Гусєв Н.А., Кузьмичєва Н.В.* Роль клеточной оболочкі в водообмене растительных клеток // Физиология и биохимия культурных растений. – 1980. – Т. 12. – № 3. – С. 285–290.

3 *Кондратенко П. В.* Адаптація яблуні в Україні. – К.: Світ, 2001. – 192 с.

4 *Омельченко И. К.* Морозостойкость корневых систем вегетативно размножаемых подвоев яблони и груши // Садоводство. – К.: Урожай, 1984.–Вып. 32.– С. 24–30.

5 *Пасичный А.П., Пономарёва И.Д., Цепков Г.В.* Анализ процесса льдообразования в тканях разных по морозоустойчивости древесных растений // Физиология и биохимия культурных растений. – 1980. – Т. 12. – № 5. – С. 548–553.

6 *Пелехатий В. М.* Морозостійкість кореневої системи нових клонових підщеп яблуні в умовах Північного Лісостепу України // Садівництво. – К.: Аграрна наука, 1998. – Вип. 46. – С. 168–170.

7 *Соловьєва М. А.* Физиологические основы формирования морозоустойчивости плодовых растений и защита от зимних повреждений // Сельскохозяйственная биология. – 1983. – № 7. – С. 108–113.

8. *Татаринов А.Н.* Садоводство на клоновых подвоях. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
9. *Эгеди Й.Й., Теркулова Л.П., Тюрина М. М.* Переохлаждённая вода в древесине яблони в связи с изменением морозоустойчивости // Физиология растений. – 1990. – Т. 37. – Вып. 4. – С. 774–780.
10. *Kasperska A.* The role of cell walls in plant responses to low temperature // Referaty i donisienia wygloszone па XII ogólnokrajowym seminarium Grupy Roboczej «Mrozoodpomos6», Poznań. – 2001. – 23–24.24A–24U.
11. *Kaku S., Iwaya M.*, Low temperature exotherms in xylems of evergreen and deciduous broad-leaved trees in Japan with reference to freezing resistance and distribution range. In: P.H.Li and A. Sakai (eds.). Plant cold hardiness and freezing stress: Mechanisms and crop implications. Vol. I. Academic, New York. 1978. – P. 227–239.
12. *Kytayev O., Solovyova M., Shevchuk M.* The investigation ice-forming processes in different fruit plants organs. // Referaty i donisienia wygloszone па XI ogólnokrajowym seminarium Grupy Roboczej «Mrozoodpomos6», Poznań. – 1999. – P. 153–157.
13. *Rajashekar C., Westwood M.N., Burke M.J.*, Deep supercooling and cold hardiness in genus *Pyrus*. II J. AMER. SOC. HORT. SCI. 1982. Vol. 107. – P. 968–972.
14. *Slowinski A.* Numerical compilation of orchard trial result on apple rootstocks. – Warsaw, 2001.

Рекомендувала до друку доктор  
сільськогосподарських наук Т.Є.Кондратенко.

*Методом дифференциальной термографии на фоне подвоев– эталонов 54–118 и 62–396 проведен сравнительный анализ процессов льдообразования в тканях корней 11 клоновых подвоев яблони. По комплексу показателей ДТА прогнозируется достаточно высокая морозоустойчивость подвоев селекции Института садоводства УААН – карликовых ИС–1–41, ИС–1–180 и полукарликовых ИС–2–182, ИС–2–244, ИС–2–247.*

*The comparative analysis of ice-forming processes in the tissues of the roots of 11 apple clonal rootstocks was carried out by means of the differential thermography on the background of the rootstocks–standards 54– 118 and 62–396. A rather high frost-resistance of the following rootstocks bred in the Institute of Horticulture of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences: dwarf (IC–1 –41, IC–1–180) and semi-dwarf (IC–2–182, IC–2–244, IC– 2–247) is forecasted according to the complex of the indexes of the differential thermal analysis (DTA).*