



## Рослинництво, кормовиробництво

УДК 581.198:577.42.575:113  
© 2012

*І.І. Мойса,*  
кандидат  
біологічних наук

*П.О. Мельник,*  
доктор  
біологічних наук

*Ю.М. Бундук*

Українська науково-  
дослідна станція  
карантину рослин НААН

*О.П. Даскалюк,*  
доктор  
біологічних наук

Інститут фізіології рослин  
Академії наук Молдови

Тепловий стрес — одна з основних причин нестабільності й отримання врожаю набагато нижче потенційного рівня. Крім того, через глобальне потепління клімату очікується, що частота підвищення температури в майбутньому може зрости. Збільшення жаростійкості рослин може сприяти підвищенню ефективності культури і вирощуванню картоплі в раніше не придатних для цього регіонах. Нині відносно невелику кількість робіт присвячено селекції жаростійких рослин. Оскільки втрати врожаю через спеку важко оцінити, селекції жаростійких рослин приділяли менше уваги, ніж їх стійкості до хвороб і шкідників. До того ж відсутня інформація про діапазон генетичного різноманіття стійкості рослин до спеки, а також методи скринінгу стійких генотипів [17]. Скринінг на врожай за теплового стресу є одним з можливих методів, але важко здійсненим через широке варіювання погодних умов протягом вегетаційного періоду. Крім того, недоліком методу добору на врожайність є його низька спадковість у спекотних і посушливих умовах. Отже, розвиток методів скринінгу на основі специфіки реакції на стрес чутливих і стійких до спеки генотипів є першочерговим завданням.

Реакції рослин на тепловий стрес різні: зу-

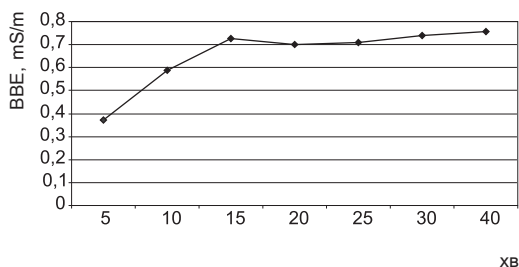
### **ОЦІНКА ЖАРОСТІЙКОСТІ СОРТІВ КАРТОПЛІ УКРАЇНСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ ЗА РІВНЕМ ВИТОКУ ЕЛЕКТРОЛІТІВ І ВМІСТОМ У НИХ $K^+$ ТА $Ca^{2+}$**

*Установлено здатність листків картоплі утримувати електроліти після дії теплового шоку ряду сортів української селекції, причому рівень відносного витоку електролітів позитивно корелює з вмістом у листках іонів калію та кальцію.*

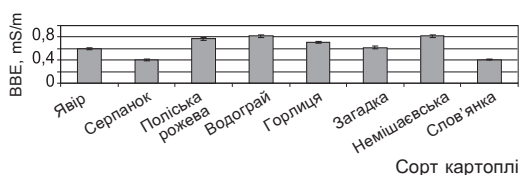
пинка руху протоплазми [3], денатурація білків [5], зміна складу ліпідів [16], зниження стабільності мембран [14] та ефективності фотосинтезу [4]. Застосування і відносна ефективність кожного методу може змінюватися залежно від виду рослин і фази розвитку. За теплового стресу найбільше пошкоджуються функції мембран [9,11]. Це призводить до підвищення їхньої проникності й витоку електролітів. Порушення функції мембран також призводить до зниження фотосинтезу й активності мітохондрій, властивості плазмалеми зберігати розчинені речовини і воду [10]. Тест на витік електролітів використано для вивчення варіації жаростійкості бобових [12, 13]; виявлення зняття періоду спокою насіння за стратифікації [6], визначення жаростійкості різних сортів картоплі [1] і морозостійкості генотипів пшениці [2].

**Мета роботи** — оптимізація процедур застосування методу витоку електролітів для оцінки порівняльної жаростійкості різних сортів картоплі, а також можливих кореляцій між жаростійкістю і вмістом у листках іонів калію та кальцію.

**Об'єкти і методи досліджень.** Рослини картоплі вирощували на дослідному полі Української науково-дослідної станції карантину рос-



**Рис. 1.** Відносний витік електролітів з листкових кружалець картоплі сорту Слов'янка залежно від тривалості теплового шоку



**Рис. 2.** Відносний витік електролітів з листкових кружалець різних сортів картоплі після теплового шоку

лин НААН. У дослідженнях використано листки 10-тижневих рослин. Дослід проведено в останній декаді липня, коли денна температура в тіні становила 25–35°C. Від апікального листка відбирали листки першої і другої пар, промивали двічі дистильованою водою та висушували поверхню фільтрувальним папером. Це потрібно для видалення екзогенних електролітів, адсорбованих на поверхні листка. З підготовлених листків коркорізом вирізали кружалець діаметром 10 мм, поміщали в пробірки (по 3 в кожну) місткістю 0,2 мл з бідистильованою водою. Перед вимірюванням витоку електролітів до кожної пробірки додавали 3,8 мл цієї води і поміщали в ультратермостат для інкубації за певного часового діапазону та температури. Після зазначеного часу пробірки переносили у водяний термостат, інкубували 2 год за температури 25°C та постійного коливання і заміряли електропровідність за допомогою кондуктометра № 5721М (Польща). Наприкінці експерименту визначали максимальну електропровідність ( $E_{100}$ ) після змертвіння листкових кружалець кип'ятінням упродовж 30 хв і зрівноваження витоку електролітів інкубацією протягом 1 год за температури 25°C та постійного коливання. Електропровідність вимірювали в  $\mu S/cm^2$ . Відносний витік електролітів (ВВЕ) виражали співвідношенням електропровідності за певної температури ( $E_{55}$ ) і ( $E_{100}$ ).

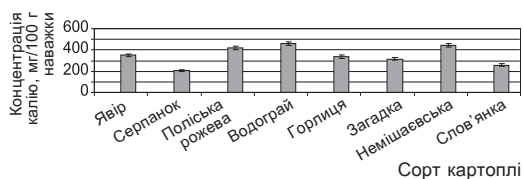
Уміст  $K^+$  та  $Ca^{2+}$  визначали на атомно-адсорбційному спектрофотометрі.

**Результати та їх обговорення.** У наших дослідженнях з різними сортами, проведе-

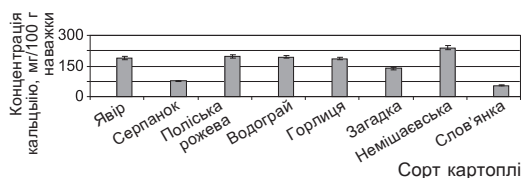
них раніше, встановлено, що оптимальними для виявлення відмінностей між сортами щодо витоку електролітів є дози теплового шоку за температури 50–55°C, які призводять до витоку приблизно 50% електролітів. Для визначення оптимальної дози теплового шоку за цієї температури досліджували залежність частки електролітів, які витекли, від тривалості теплового шоку (рис. 1). Слід зазначити, що крива залежності ВВЕ від тривалості теплового шоку за температури 55°C є 3-компонентною. У першій частині до 15 хв експозиції відбувається швидке підвищення частки електролітів, які витекли зі збільшенням тривалості теплового шоку, потім за збільшення експозиції до 30 хв рівень витоку електролітів зростає дуже повільно і тільки за збільшення тривалості теплового шоку до 40 хв частка їх витоку істотно збільшується.

Визначено ВВЕ з кружалець листків після теплового шоку за 55°C упродовж 15 хв (рис. 2). На основі цих результатів розташовано сорти картоплі за стійкістю до теплового шоку: Водограй = Немішаєвська < Польська рожева = Горлиця < Явір = Загадка < Слов'янка = Серпанок. Ці дані не суперечать іншим результатам, які підтверджують, що сорти Слов'янка та Серпанок є найбільш жаростійкими.

Визначено вміст калію і кальцію в листках різних сортів картоплі (рис. 3, 4). У листках картоплі калію міститься в 1,5–2 рази більше, ніж кальцію. Порівнявши міжсорткову різницю у ВВЕ (див. рис. 2) з різницею між ними за вмістом калію та кальцію в листках, можна визначити загальні закономірності, які характеризують різницю між ВВЕ і вмістом калію. Сорти, які з високою спроможністю утримують електроліти після теплового шоку, містять відносно менше калію. Такі самі зв'язки виявлено між ВВЕ та



**Рис. 3.** Уміст калію в листках різних сортів картоплі



**Рис. 4.** Уміст кальцію в листках різних сортів картоплі

вмістом кальцію, проте в меншому ступені. Для якісної оцінки цієї різниці визначено коефіцієнт кореляції (R) між ВВЕ у сортів, з одного боку, і вмістом калію та кальцію в листках, з другого. Як і передбачалося, R між ВВЕ і вмістом калію виявився вищим, ніж з вмістом кальцію і становив відповідно 0,963 та 0,914.

Хоч отримані дані становлять досить великий інтерес у світі розробки ефективного методу скринінгу жаростійких генотипів картоплі, є додаткові питання, які ще потрібно досліджувати. Проникність мембран рослин значною мірою залежить від складу, ступеня їх насиче-

ності і температури довкілля. Температура змінює проникність мембран через наявність у рослинах сайтів сприйняття температури [7].

Значний інтерес становлять результати досліджень щодо наявності позитивної кореляції між рівнем ВВЕ після теплового шоку з листків різних сортів картоплі і вмісту в них калію чи кальцію. З літературних джерел відомо, що кальцій відіграє важливу сигнальну роль у рослинах, яка залежить від активності кальмодуліну і функцій кальцієвих каналів. Саме цей фактор, в основному, забезпечує позитивний вплив іонів Ca на жаростійкість рослин [8].

## Висновки

*Листки сортів картоплі виявляють різну стійкість до теплового шоку, що позначається на їхній здатності утримувати електроліти. Здатність листків картоплі утримувати*

*електроліти після дії теплового шоку позитивно пов'язана з їх умовним поширенням за жаростійкістю і позитивно корелює з вмістом в них калію і кальцію.*

## Бібліографія

1. Мельник П.О., Мойса І.І., Даскалюк О.П. Визначення стійкості рослин до високих температур методом витоку електролітів//Вісн. аграр. науки. — 2006. — № 10. — С. 44–46.
2. Пат. № 42742, Україна. Спосіб визначення морозостійкості злаків/Мойса І.І., Даскалюк О.П., Мельник П.О.; опубл. 27.07.2009.
3. Alexandrov V.Y. Cytophysiological and cytoecological investigations of heat resistance of plant cells toward the action of high and low temperature// Quart. Rev. Biol. — 1964. — № 30. — P. 35–77.
4. Bar-Tsur A., Rudish J., Barvdo B. High temperature effects on CO<sub>2</sub> gas exchange in heat tolerant and sensitive tomatoes//J. Am. Soc. Hort. Sci. — 1985. — № 110. — P. 582–586.
5. Bernstam V. Heat effects on protein biosynthesis//Ann. Rev. Plant Physiol. — 1978. — № 29. — P. 25–46.
6. Daskalyuk A. Elimination of dormancy, germination and electrolyte leakage from apple embryos during stratification//Russian J. Plant Physiol. — 2002. — 49, № 5. — P. 804–810.
7. Glatz A., Varvasovszki V. Membrane physical state controls the signaling mechanism of the heat shock response in *Synechocystis* PCC 6803//Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.95, 1998. — 17. — P. 3513–3518.
8. Ketring D. Temperature effects on vegetative and reproductive development of peanut//Crop. Sci. — 1984. — № 24. — P. 877–882.
9. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses//Academic Press. — New York, 1980. — V. 1. — 568 p.
10. Lin C., Chen Y., Key J. Solute leakage in soya bean seedling under various heat shock regimes// Plant Cell Physiol. — 1985. — № 26. — P. 1493–1498.
11. Quinn P. Membrane stability under thermal stress//Plenum Publ. — USA: New York, 1989. — P. 511–515.
12. Sapra V., Onaele A. Screening soybean genotypes for drought and heat tolerance//J. Agron. Crop. Sci. — 1991. — № 167. — P. 96–102.
13. Schaff D., Clayberg C., Williken G. Comparison of TTC and electrical conductivity heat tolerance screening techniques in Phaseolus//Hort. Sci. — 1987. — № 22. — P. 642–645.
14. Shen Z., Li P. Heat adaptability of the tomato //Hort. Sci. — 1982. — № 17. — P. 924–925.
15. Snedecor G., Cochran W. Statistical methods: Ames, Iowa State University Press, 1967. — 593 p.
16. Suss K., Yordanov I. Byosynthetic causes of *in vivo* acquired thermotolerance of phytosynthetic light reaction//Plant Physiol. — 1986. — № 81. — P. 192–199.
17. Wery J., Silim E. Screening techniques and sources of tolerance to extremes of moisture//Euphytica, 1994. — P. 73–83.