

УДК: 635.004.12:635.64

М.І. Погожих, Д.М. Одарченко,  
Л.В. Даниленко, А.О. Мовчан, Є.Л. Гасай

## АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАРНИКОВИХ ТА ГРУНТОВИХ ТОМАТІВ

*Стаття присвячена аналізу електрофізичних властивостей парникових та ґрунтових томатів при багаторазовому заморожуванні. Досліджено вплив різних умов вирощування на зміни кінетики сили току, вольт-амперних характеристик та електролітичного потенціалу.*

**Вступ.** На сьогоднішній день одним з провідних питань у товаровзнавстві є проблема підвищення якості експертизи харчових продуктів, адже при сучасному розмаїтті продуктів харчування на перший план виходить необхідність швидкого та об'єктивного контролю їх якості. Саме тому розробка нових методів та методик для експрес-аналізу є особливо актуальною.

Попередніми дослідженнями [1] було встановлено, що електрофізичні властивості можна використовувати в якості сигнатур під час циклічного заморожування томатів по відношенню до фазової оберненості.

При цьому, якість замороженої томатної продукції буде визначатися низкою чинників і перш за все сортом та умовами вирощування. Проте навіть томати одного сорту, але вирощені в теплицях та на відкритому ґрунті будуть мати значні розбіжності за вмістом води, формами її зв'язку та хімічним складом, що в результаті впливатиме на оберненість процесу заморожування [2].

У цьому випадку електрофізичні властивості томатів будуть сигнатурою, що допоможе ідентифікувати сировину на предмет вмісту невластивих їй хімічних компонентів, у тому числі ГМО, антибіотиків, прискорювачів росту тощо.

**Постановка задачі.** Метою даної роботи є виявлення розбіжностей за електрофізичними властивостями парникових та ґрунтових томатів та ідентифікація сировини на предмет вмісту невластивих їй хімічних компонентів.

**Вирішення задачі.** Об'єктом дослідження були електрофізичні властивості ґрунтових та парникових томатів, які підлягали багаторазовому заморожуванню за температури  $-20^{\circ}\text{C}$ . Попередньою підготовкою до заморожування було центрифугування з наступними параметрами: тривалість ( $\tau$ ) – 15 хвилин, швидкість ( $v$ ) – 5000 об./хв. У результаті циклічного заморожування (4 рази) та центрифугування спостерігалось утворення двох фаз: рідкої та твердої. Рідка фаза – частина цілого томату, яка виділяється шляхом центрифугування, а осад – тверда фаза. Предметом дослідження була рідка фаза томатів.

Рідка фаза томатів являє собою колоїдний розчин, що містить настільки малі часточки, що рідина може здаватися прозорою, проте часточки є не окремими молекулами, а їх скупченням. Колоїдні часточки знаходяться у постійному русі внаслідок безперервних ударів з молекулами розчинника, а їх злипанню перешкоджає наявність у них електричних зарядів.

Вимірювання електрофізичних властивостей здійснювали на експериментальній установці з електродами, виконаними з металу, що мали, відповідно, електронну провідність. Площа змочування електродів складала  $4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ . Напругу на електродах змінювали від 0,1 до 20 В за допомогою джерела постійного струму. Силу струму фіксували міліамперметром.

Під час визначення кінетики сили струму робили 2 заміри (одразу та через 10 хвилин) у відносних одиницях при постійній напрузі для різних циклів заморожування.

Помічено, що для встановлення постійної сили струму необхідний визначений проміжок часу. Очевидно, це обумовлено тим, що рідка фаза томату містить іони різної природи: органічного та неорганічного походження. Така система характеризується тим, що при відносному русі іонів з малою масою (низькомолекулярні сполуки) і з більшою масою (високомолекулярні сполуки), перші пов'язуються кулонівськими силами, що призводить до обмеження рухомості низькомолекулярних іонів і сила струму зменшується. Відмічено вплив циклів заморожування на швидкість зменшення сили струму.

З рис. 1 видно, що кінетика сили струму при постійній напрузі для парникових та ґрунтових томатів різна. Для ґрунтових томатів характерне більш різке зниження сили струму, а також відзначено незначний вплив циклів заморожування. На відміну від ґрунтових томатів у парникових відзначено вплив циклів на поведінку кривої. Так, у парникових спостерігається найбільша швидкість падіння сили струму для свіжого соку, а найменша – для чотирьохкратного заморожування. У ґрунтових томатів найбільша швидкість падіння сили струму для томатів трикратного заморожування, а найменша для

томатів двократного заморожування. Також відмічено, що для парникових томатів характерні різні значення сили струму під час 2 заміру, а у ґрунтових ці значення майже не відрізняються.

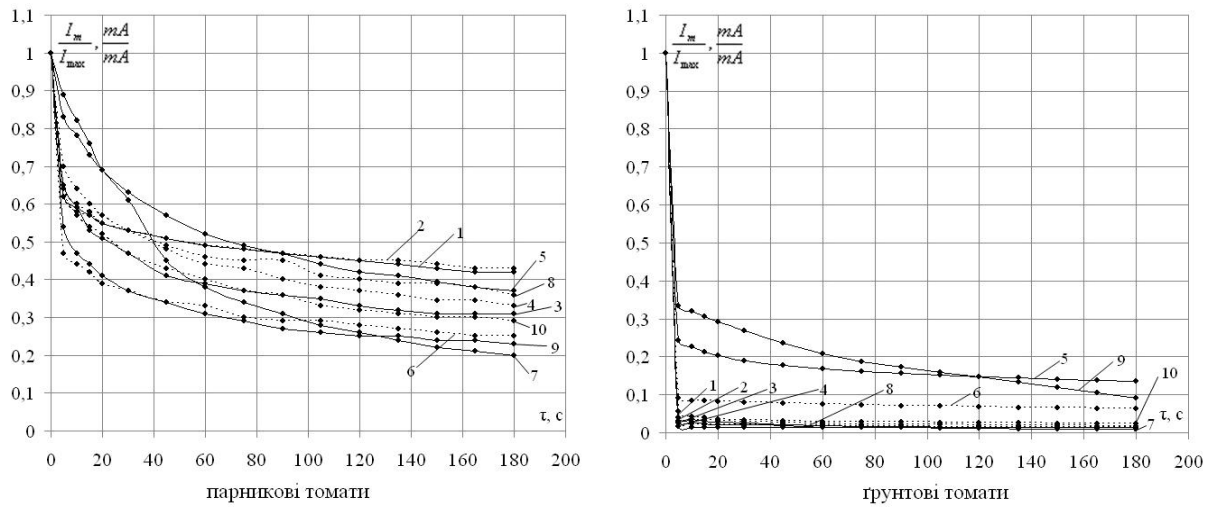


Рис. 1 Кінетика сили струму у досліджуваних зразках при  $U=\text{const}=0,1 \text{ В}$

- 1 – без заморожування 1 замір;
- 2 – без заморожування 2 замір;
- 3 – після першого заморожування 1 замір;
- 4 – після першого заморожування 2 замір;
- 5 – після другого заморожування 1 замір;
- 6 – після другого заморожування 2 замір;
- 7 – після третього заморожування 1 замір;
- 8 – після третього заморожування 2 замір;
- 9 – після четвертого заморожування 1 замір;
- 10 – після четвертого заморожування 2 замір.

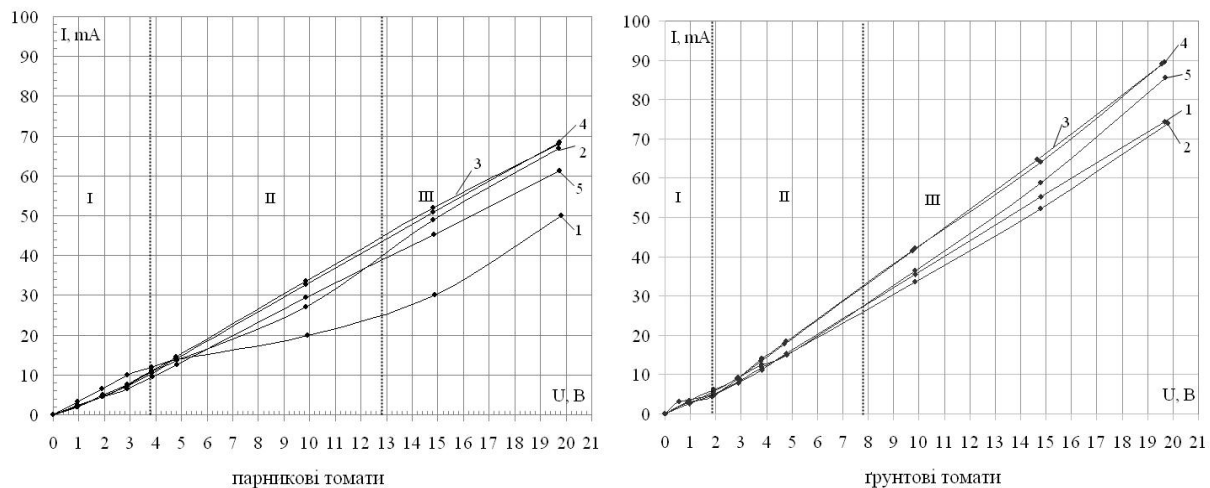


Рис. 2 Сила струму від напруги на електродах

- 1 – без заморожування;
- 2 – після першого заморожування;
- 3 – після другого заморожування;
- 4 – після третього заморожування;
- 5 – після четвертого заморожування.

Вольт-амперна характеристика для досліджуваних зразків (рис. 2) носить нелінійний характер, що обумовлено електрохімічною взаємодією електролітів. При чому для ґрунтових томатів ця нелінійність виражена не тільки для свіжого соку та після першого заморожування, а й для соку замороженого два рази. Крім того, спостерігається (особливо для парникових) три характерних ділянки вольт-амперних

характеристик, які з'являються внаслідок утворення комплексів, що складаються з молекул розчиненої речовини та розчинника (теорія концентрованих розчинів електролітів [3]). Під дією низьких температур частина комплексних іонів видаляється разом із осадом та електропровідність зменшується, а наступне розведення розчину призводить до збільшення вмісту простих іонів та електропровідність знову зростає, а ділянка II зникає.

На електродах, виготовлених з різних пар металів, виникає електрорушійна сила (табл. 1). Для проведення дослідження використовували наступні гальванічні елементи: цинк-свинець (Zn-Pb), цинк-мідь (Zn-Cu), свинець-мідь (Pb-Cu).

Таблиця 1

Е.р.с.на електродах для різних пар металів

Гальв. елемент	Тома-ти	Е, В				
		Без заморожування	Після першого заморожування	Після другого заморожування	Після третього заморожування	Після четвертого заморожування
$\bar{e}   \text{Zn}^{+2}    \text{Pb}^{+2}   \bar{e}$	парникові	0,33 ± 0,04	0,35 ± 0,04	0,41 ± 0,04	0,44 ± 0,04	0,38 ± 0,04
	грунтові	0,42 ± 0,04	0,35 ± 0,04	0,38 ± 0,04	0,38 ± 0,04	0,36 ± 0,04
$\bar{e}   \text{Zn}^{+2}    \text{Cu}^{+2}   \bar{e}$	парникові	0,55 ± 0,05	0,63 ± 0,05	0,63 ± 0,04	0,75 ± 0,03	0,68 ± 0,03
	грунтові	0,79 ± 0,05	0,72 ± 0,05	0,55 ± 0,04	0,52 ± 0,03	0,45 ± 0,03
$\bar{e}   \text{Pb}^{+2}    \text{Cu}^{+2}   \bar{e}$	парникові	0,56 ± 0,05	0,56 ± 0,05	0,35 ± 0,03	0,39 ± 0,03	0,41 ± 0,03
	грунтові	0,493 ± 0,05	0,45 ± 0,05	0,39 ± 0,03	0,40 ± 0,03	0,37 ± 0,03

Як для парникових, так і для ґрунтових томатів найбільше значення Е спостерігається для пари цинк-мідь. До того ж, для цієї пари металів характерна закономірність щодо зміни значення е.р.с. в результаті багаторазового заморожування. Але для парникових томатів значення електрорушійної сили зростає, а для ґрунтових – зменшується. Для інших пар металів значення електролітичного потенціалу нестабільні.

**Висновки.** Таким чином, порівняльний аналіз електрофізичних властивостей парникових та ґрунтових томатів показав, що умови їх вирощування значно впливають на характер кінетики сили струму, вольт-амперну характеристику та електролітичний потенціал, що визначається кількісним та якісним іонним складом, а отже може слугувати сигнатурою під час ідентифікації томатної сировини.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Погожих Н.И., Одарченко Д.Н. Электрофизические свойства томатов как сигнатура обратимости при замораживании // Вісник ХНТУ. – Херсон. – 2010. – №1 (40). – С. 126-130.
2. Химический состав пищевых продуктов / Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. – М. – Пищевая промышленность, 1977. – 228 с.
3. Харнед Г., Оуэн Б. Физическая химия растворов электролитов / 2-е изд. – М., 1952 г. – 629 с.

ПОГОЖИХ Николай Иванович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой энергетики и физики Харьковского государственного университета питания и торговли.

Научные интересы:

– процессы, аппараты и оборудование химических и пищевых производств.

ОДАРЧЕНКО Дмитрий Николаевич – к.т.н., доцент Харьковского государственного университета питания и торговли.

Научные интересы:

– товароведение и экспертиза товаров;  
– пищевые технологии.

ДАНИЛЕНКО Лариса Владимировна – ассистентка Харьковского государственного университета питания и торговли.

Научные интересы:

– товароведение и экспертиза товаров;  
– пищевые технологии.

МОВЧАН Алена Александровна – аспирантка Харьковского государственного университета питания и торговли.

Научные интересы:

– товароведение и экспертиза товаров;  
– пищевые технологии.

ГАСАЙ Евгения Леонидовна – студентка Харьковского государственного университета питания и торговли.

Научные интересы:

– товароведение и экспертиза товаров;  
– пищевые технологии.