

11. Нужний В.П. Дослідження токсичності спирту етилового синтетичного ректифікованого / В. П. Нужний // Токсикологічний вісник. – 2008. – № 5. – С. 13–22.

12. Дроздов Е. С. Алкоголізм: 100 запитань і відповідей / Е. С. Дроздов, С. І. Зенченко // Гигиена и санитария. – 2002. – № 7. – С. 16–19.

13. Токсико-гигиенические исследования спиртов, производимых гидролизными заводами / Л. А. Румянцева [и др.] ; под ред. Л. А. Румянцевой // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 46–48.

14. Bensafi M. Asymmetry of pleasant vs. unpleasant odor processing during affective judgment in humans / M. Bensafi, C. Rouby // Neuroscience Letters, 2002. – Vol. 328, Issue 3, 16 August. – P. 309–313.

15. Нужний В. П. Хіміко-токсикологічні дослідження міцних алкогольних напоїв домашнього виготовлення з різних регіонів / В. П. Нужний, С. А. Савчук // Наркологія. – 2002. – № 5. – С. 43–48.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© М.П. Головка, Н.М. Пенкіна, В.В. Колесник, 2012.

УДК 542.86:635.649

**М.І. Погожих**, д-р техн. наук

**Д.М. Одарченко**, канд. техн. наук

**О.В. Діденко**, асист.

**Л.В. Даниленко**, асист.

## **ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО ДЛЯ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ЯКОСТІ**

*Розглянуто питання щодо визначення електрофізичних властивостей парникових та ґрунтових перців як перспективного методу експертизи якості. Досліджено вплив різних умов вирощування на зміни кінетики сили струму, вольт-амперних характеристик та електролітичного потенціалу.*

*Рассмотрен вопрос определения электрофизических свойств парниковых и грунтовых перцев как перспективного метода экспертизы качества. Исследовано влияние различных условий выращивания на изменения кинетики силы тока, вольт-амперных характеристик и электролитического потенциала.*

*The problem is determination of the electrical properties of greenhouse and open-fields peppers as the promising for expansion of quality examination. The effect of different growth conditions on the change in the kinetics of amperage, current-voltage characteristics and electrolytic potential had been studied.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Контроль якості продовольчої продукції завжди був важливим чинником успіху підприємств в умовах насичення ринку та високої конкуренції. Харчові продукти – одні з найскладніших об'єктів за якісним та кількісним хімічним складом. У багатьох випадках для встановлення факту їх неякісності або використання під час виробництва заборонених речовин потрібне проведення цілого ряду досліджень різними методами: хімічними, фізико-хімічними, органолептичними та іншими. Детальний контроль якості зумовлений наявністю в вихідній сировині та продуктах харчування великої кількості компонентів, близьких за хімічною будовою, що присутні в досліджуваних зразках [1].

Якість готової замороженої овочевої продукції, головним чином, залежить від якості сировини, а саме від сорту та умов вирощування. Проте вихідна сировина одного сорту, яка вирощена за різних умов (у теплицях, на відкритому ґрунті), буде мати різний біологічний та хімічний склад, вміст та форми зв'язку вологи, що безпосередньо впливатиме на оберненість процесу заморожування. Отже, розробка нових методів та методик для експрес-аналізу якості харчових продуктів є особливо актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Велике значення у визначенні складу та якості продукції мають електричні методи. Під час їх застосування суттєвими перевагами є швидкодія, можливість використання в дистанційних методах аналізу, висока чутливість, надійність, безпека, точність і простота в експлуатації [2].

Електрофізичні властивості харчової сировини характеризують її здатність проводити електричний струм і визначаються діелектричної проникністю, опором, електропровідністю та іншими показниками. Практичне застосування в даний час отримало лише вимірювання електропровідності [3].

Попередніми дослідженнями [4] було встановлено, що електрофізичні властивості можна використовувати в якості сигнатур під час циклічного заморожування рослинної сировини по відношенню до фазової оберненості.

Отже, електрофізичні властивості парникових та ґрунтових перців також можуть виступати сигнатурою, за допомогою якої можливо розробити нові методи експрес-аналізу якості сировини та ідентифікувати її на предмет вмісту невластивих їй хімічних компонентів, у тому числі ГМО, антибіотиків, прискорювачів росту тощо.

**Мета та завдання статті.** Мета роботи – виявлення розбіжностей за електрофізичними властивостями між парниковими

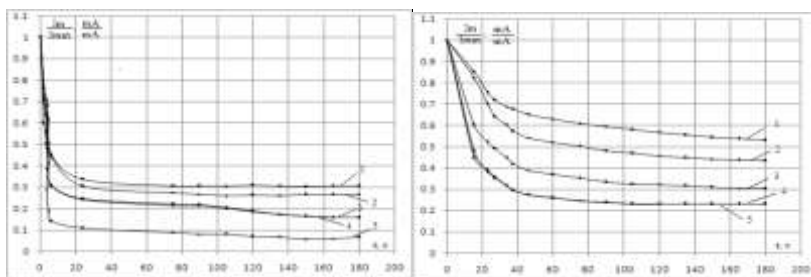
перцями різного забарвлення та ґрунтовими, що можуть виступати сигнатурою умов їх вирощування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Об'єктом дослідження були електрофізичні властивості ґрунтових та парникових (жовтого та червоного) перців, які підлягали чотиразовому заморожуванню за температури  $-20^{\circ}\text{C}$ . Попередньою підготовкою до заморожування було розділення перетертої пюреподібної вихідної сировини на рідку та тверду частину за допомогою процесу центрифугування з використанням центрифуги типу ОПн-8 з наступними параметрами: тривалість ( $\tau$ ) – 15 хвилин, швидкість ( $\nu$ ) – 5000 об./хв. Предметом дослідження була рідка частина перців, яку в подальшому будемо називати плазмою.

Плазма перцю являє собою колоїдний розчин (гетерогенну дисперсну систему), часточки якого знаходяться в постійному, так званому броунівському русі, злипанню яких перешкоджає наявність у них електричних зарядів.

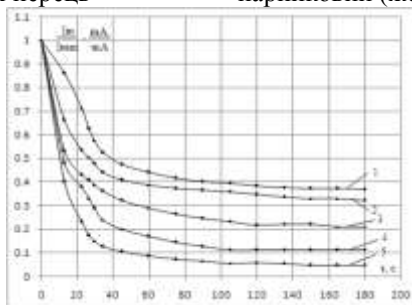
Вимірювання електрофізичних властивостей здійснювали на експериментальній установці з металевими електродами, що мали електронну провідність. Площа змочування електродів складала  $4,2 \cdot 10^{-4}\text{ м}^2$ . За допомогою джерела постійного струму напругу на електродах змінювали від 0,1 до 20 В, а силу струму фіксували міліамперметром. Під час визначення кінетики сили струму в кожному виді плазми парникових та ґрунтових перців робили 2 заміри (одразу та через 10 хв.) та виражали у відносних одиницях за постійної напруги.

Під час проведення експерименту було відмічено, що для встановлення постійної сили струму необхідний певний проміжок часу. Наприклад, під час першого заміру видно (рис. 1), що кінетика сили струму за постійної напруги відрізняється для парникових перців різного забарвлення та для ґрунтових. Для останніх характерне більш різке зниження сили струму, ніж для парникових. Це зумовлено тим, що ґрунтовий перець за рахунок того, що вирощувався на відкритому ґрунті без використання прискорювачів росту та хімічних добрив, містить у переважній більшості високомолекулярні речовини, які під дією струму розпадаються до простих електролітів, у результаті чого встановлюється рівномірна сила струму. Також відмічено вплив циклів заморожування на швидкість зменшення цієї сили. За рахунок того, що у разі кожного наступного центрифугування-заморожування кількість високомолекулярних речовин зменшується (деяка їх частина переходить в осад), а низькомолекулярні сполуки такої системи є переважною більшістю та пов'язані кулонівськими силами, відбувається зниження сили струму.



грунтовий перець

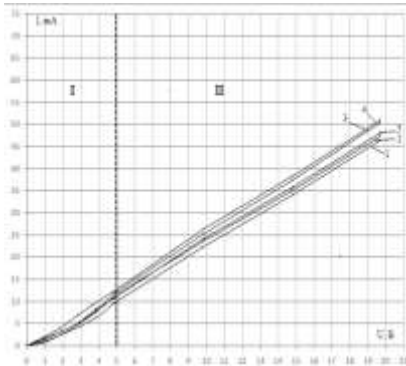
парниковий (жовтий) перець



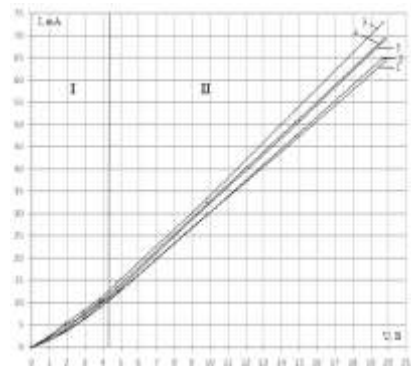
парниковий (червоний) перець

**Рисунок 1 – Кінетика сили струму дослідних зразків за  $U=\text{const}=1,0$  В (1 замір): 1 – без заморожування; 2 – після першого заморожування; 3 – після другого заморожування; 4 – після третього заморожування; 5 – після четвертого заморожування**

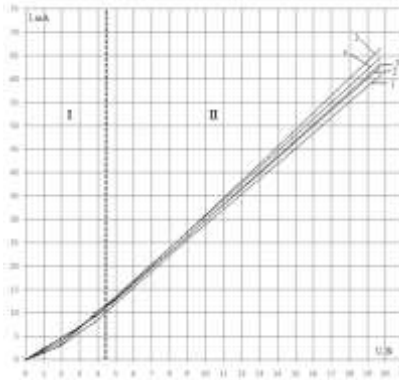
Вольт-амперна характеристика (ВАХ) являє собою залежність струму від величини та полярності прикладеної напруги. ВАХ для досліджуваних зразків (рис. 2) має нелінійний характер, що зумовлено електрохімічною взаємодією електролітів. При чому для ґрунтового перцю ця нелінійність виражена не лиш для свіжої плазми, але й для плазми першого-третього циклу заморожування-центрифугування. Крім того, спостерігаються дві характерні ділянки вольт-амперних характеристик, які згідно з теорією концентрованих розчинів електролітів з'являються внаслідок утворення комплексів, що складаються з молекул розчиненої речовини та розчинника [3].



грунтовий перець



парниковий (жовтий) перець



парниковий (червоний) перець

**Рисунок 2 – Залежність сили струму від напруги на електродах у досліджуваних зразках: 1 – без заморожування; 2 – після першого заморожування; 3 – після другого заморожування; 4 – після третього заморожування; 5 – після четвертого заморожування**

На кожному циклі заморожування-центрифугування частина комплексних іонів видаляється разом із осадом, унаслідок чого електропровідність зменшується. За умов подальшого розведення розчину відбувається збільшення вмісту простих іонів та електропровідність знову зростає, а ділянка II – зникає.

Для кожного провідника існує залежність між силою струму в провіднику та напругою, прикладеною до його кінців [4]. Відповідно до закону Ома були кількісно розраховані такі величини, як опір, питомий опір та густина сили струму в перцевих плазмах (табл. 1).

Таблиця 1 – Питомий опір та густина сили струму в перцевих плазмах

Цикл заморожування	R, Ом		ρ, Ом·м		j, А/м <sup>2</sup>	
	I ділянка	II ділянка	I ділянка	II ділянка	I ділянка	II ділянка
Плазма перцю ґрунтового						
Без заморожування	424±21	345±17	3,56±0,18	2,89±0,14	16,28±0,81	68,09±3,40
Після 1-го заморожування	582±29	335±16	4,88±0,24	2,81±0,14	11,85±0,59	70,0±3,50
Після 2-го заморожування	549±27	320±16	4,61±0,23	2,68±0,13	12,62±0,63	73,33±3,66
Після 3-го заморожування	434±21	309±15	3,64±0,18	2,59±0,13	15,9±0,79	75,95±3,80
Після 4-го заморожування	449±22	319±16	3,77±0,19	2,67±0,13	15,35±0,77	73,57±3,68
Плазма перцю парникового жовтого						
Без заморожування	464±23	331±16	3,89±0,19	2,78±0,14	15,38±0,77	71,19±3,56
Після 1-го заморожування	464±23	331±16	3,89±0,19	2,78±0,14	14,85±0,74	70,95±3,55
Після 2-го заморожування	354±18	295±15	2,97±0,15	2,47±0,12	19,5±0,97	79,52±3,98
Після 3-го заморожування	390±19	305±15	3,27±0,16	2,56±0,13	17,66±0,88	76,9±3,84
Після 4-го заморожування	414±21	309±15	3,47±0,17	2,59±0,13	17,23±0,86	76,42±3,82
Плазма перцю парникового червоного						
Без заморожування	524±26	350±17	4,40±0,22	2,94±0,15	13,21±0,66	62,38±3,11
Після 1-го заморожування	417±21	336±17	3,50±0,17	2,82±0,14	16,54±0,83	69,76±3,49
Після 2-го заморожування	445±22	323±16	3,73±0,18	2,71±0,13	15,57±0,78	72,61±3,63
Після 3-го заморожування	443±22	325±16	3,54±0,18	2,73±0,14	15,78±0,79	72,14±3,60
Після 4-го заморожування	443±22	336±17	3,72±0,18	2,82±0,14	15,61±0,78	69,76±3,49

Різні величини напруг, за яких характеристики мають відхилення від лінійності, очевидно, зумовлені взаємодією різних за молекулярною масою та зарядом речовин.

У табл. 2 наведені електрорушійні сили досліджуваних зразків, що виникають на електродах, виготовлених із різних пар металів. Електрорушійна сила дорівнює різниці потенціалів, що виникає на переході від іонної до електронної провідності [5]. Для проведення дослідження використовували наступні гальванічні елементи: цинк-свинець (Zn-Pb), цинк-мідь (Zn-Cu), свинець-мідь (Pb-Cu).

*Таблиця 2 – Електрорушійні сили досліджуваних зразків для різних пар металів*

Гальванічний елемент	Е, В				
	Без заморожування	Після 1-го заморожування	Після 2-го заморожування	Після 3-го заморожування	Після 4-го заморожування
Плазма перцю ґрунтового					
$\bar{e}   \text{Zn}^{+2}    \text{Pb}^{+2}   \bar{e}$	0,36±0,04	0,36±0,04	0,31±0,03	0,38±0,04	0,37±0,04
$\bar{e}   \text{Zn}^{+2}    \text{Cu}^{+2}   \bar{e}$	0,45±0,04	0,47±0,05	0,55±0,05	0,58±0,06	0,60±0,06
$\bar{e}   \text{Pb}^{+2}    \text{Cu}^{+2}   \bar{e}$	0,36±0,04	0,31±0,03	0,38±0,04	0,40±0,04	0,37±0,04
Плазма перцю парникового жовтого					
$\bar{e}   \text{Zn}^{+2}    \text{Pb}^{+2}   \bar{e}$	0,41±0,04	0,38±0,04	0,34±0,03	0,35±0,04	0,42±0,04
$\bar{e}   \text{Zn}^{+2}    \text{Cu}^{+2}   \bar{e}$	0,48±0,05	0,51±0,05	0,54±0,05	0,56±0,06	0,57±0,06
$\bar{e}   \text{Pb}^{+2}    \text{Cu}^{+2}   \bar{e}$	0,34±0,03	0,33±0,03	0,34±0,03	0,33±0,03	0,31±0,03
Плазма перцю парникового червоного					
$\bar{e}   \text{Zn}^{+2}    \text{Pb}^{+2}   \bar{e}$	0,39±0,04	0,34±0,03	0,40±0,04	0,41±0,04	0,40±0,04
$\bar{e}   \text{Zn}^{+2}    \text{Cu}^{+2}   \bar{e}$	0,48±0,05	0,49±0,05	0,53±0,05	0,55±0,05	0,58±0,06
$\bar{e}   \text{Pb}^{+2}    \text{Cu}^{+2}   \bar{e}$	0,30±0,03	0,32±0,03	0,32±0,03	0,30±0,03	0,36±0,04

Видно, що найбільше значення Е в трьох зразках утворює пара цинк-мідь. Встановлено, що для цієї пари циклічність заморожування відображається в деякому збільшенні електричного потенціалу, у той час, як для інших пар металів значення е.р.с. нестабільне.

**Висновки.** Таким чином, порівняльний аналіз електрофізичних властивостей парникових (жовтих та червоних) та ґрунтових перців

показав, що умови їх вирощування значно впливають на характер кінетики сили струму та вольт-амперну характеристику, що визначається кількісним та якісним іонним складом, а показники електрорушійної сили для пари металів цинк-мідь надали змогу визначити кількість циклів заморожування вихідної перцевої сировини. Отже, всі досліджені властивості можуть виступати в ролі сигнатур під час визначення якості не лише свіжого перцю солодкого, але й його продуктів переробки

#### *Список літератури*

1. Основи експертизи продовольчих товарів : навчальний посібник для студентів вузів / В. Малигіна [та ін.]. – К. : Кондор, 2009. – 295 с.
2. Говоров В. А. Электрические и магнитные поля / В. А. Говоров. – М. : Пищевая пром-сть, 1960. – 463 с.
3. Барковский В. Ф. Основы физико-химических методов анализа: учебное пособие / В. Ф. Барковский, Т. Б. Городенцева, Н. Б. Топорова. – М. : Высш. шк., 1983. – 248 с.
4. Погожих Н. И. Электрофизические свойства томатов как сигнатура обратимости при замораживании / Н. И. Погожих, Д. Н. Одарченко // Вісник ХНТУ. – Херсон. – 2010. – № 1 (40). – С. 126–130.
5. Фізико-технологічні та електрофізичні властивості сільсько-господарських продуктів і матеріалів / Г. Б. Іноземцев [та ін.]. – К. : Аграр. Медіа Груп, 2010. – 180 с.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© М.І. Погожих, Д.М. Одарченко, О.В. Діденко, Л.В. Даниленко, 2012.

УДК 664.8.037.5:635.8

**М.І. Погожих**, д-р техн. наук

**Д.М. Одарченко**, канд. техн. наук

**В.В. Піддубний**, асист.

**С.В. Шгих**, асп.

### **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ ГРИБІВ ГЛИВА ЗВИЧАЙНА ТА ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ**

*Вивчено основні теплофізичні властивості свіжих культивованих грибів глива звичайна та продуктів їх переробки. За допомогою низькотемпературного калориметра встановлено діапазони температур кристалізації та кількість вимороженої вологи в досліджуваних зразках. За допомогою теоретичних положень фізичної хімії науково обґрунтовані отримані дані.*