

І.І. Колесник, кандидат сільськогосподарських наук,  
О.В. Палінчак, старший науковий співробітник,  
В.О. Сидорка, науковий співробітник,  
Дніпропетровська дослідна станція ІОБ НААН  
В.Л. Коваленко, кандидат технічних наук, доцент,  
О.Г. Денисенко, студентка,  
В.В. Малишев, студент,  
ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,  
м. Дніпропетровськ,  
Т.Д. Кондратюк, учениця,  
Хіміко-екологічний ліцей, м. Дніпропетровськ

### **ЕЛЕКТРОХІМІЧНА ОБРОБКА НАСІННЯ БАШТАННИХ РОСЛИН (ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПЕРШОГО РОКУ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ)**

*Розроблено електрохімічний метод обробки насіння баштанних рослин в анодній камері діафрагмового електролізера в розчині калій сульфату (як промислового добрива). Проведено вивчення даного способу передпосівної обробки насіння на трьох сортах дині, трьох сортах кавуна столового та трьох сортах гарбуза.*

**Ключові слова:** баштанні рослини, диня, кавун столовий, гарбуз, електроліз, аноліт, калій сульфат, активний кисень, гіпохлорит.

**Вступ.** Баштанні рослини (диня, кавун столовий і гарбуз) є дієтичними продуктами харчування з десертним смаком. Вони містять велику кількість корисних речовин, які мають лікувальні властивості. Але вони уражуються великою кількістю хвороб, в результаті чого знижується їх врожайність та якість плодів. На території України шкочочинними є такі хвороби, як фузаріоз, альтернаріоз та інші, збудники яких зберігаються в тому числі на поверхні насіння [1, 2]. Тому актуальним питанням є пошук методів передпосівної обробки насіння з метою зменшення ураження хворобами, підвищення врожайності, поліпшення смакових якостей плодів.

© Колесник І.І., Палінчак О.В., Сидорка В.О., Коваленко В.Л., Денисенко О.Г., Малишев В.В., Кондратюк Т.Д., 2010.

Існують методи обробки насіння як електромагнітними полями, так і аеруванням (продуванням повітрям). Відомо, що при електрохімічному генеруванні кисню утворюються бульбашки меншого розміру, які мають електричний заряд. При цьому утворюється ряд активних сполук кисню, таких як перекиси тощо. Усі ці фактори вказують на можливу біологічну активність речовин, що утворюються в аноліті під час електролізу.

**Мета досліджень:** розробити спосіб передпосівної обробки насіння баштанних рослин електрохімічним методом.

**Методика та матеріали досліджень.** Об'єкт досліджень. Для вивчення методу передпосівної обробки використовували елітне насіння сортів баштанних рослин (рік репродукції – 2007, місце репродукції – Дніпропетровська дослідна станція ІОБ НААН):

– диня: Тітовка, Інея, Берегиня;

– кавун столовий: Північне сяйво, Зоряний, Скарб;

– гарбуз: Ждана (*C. maxima* Duch.), Валок (*C. maxima* Duch.), Український багатоплідний (*C. pepo* L.).

**Метод обробки.** Обробку насіння проводили на кафедрі технічної електрохімії ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет» (м. Дніпропетровськ) в анодному просторі спеціально сконструйованого горизонтального діафрагмового електролізера. Катод – Ni, анод – ТДМА, електроліт –  $K_2SO_4$  (як промислове добриво) з концентрацією 100 г/л. Час обробки 30 хв., обробку вели при струмі 2, 4 та 6 амперів (2 А, 4 А, 6 А). Після обробки насіння промивали дистильованою водою та висушували при кімнатній температурі до повітряно-сухого стану. Після обробки фіксували температуру, рН та склад аноліту.

**Методика проведення досліджень.** Дослідження проводили відповідно до „Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві” [3]. Досліди поділяли на лабораторні та польові.

Схема досліду

1. Сухе насіння (контроль 1).
2. Насіння, замочене в дистильованій воді протягом 30 хв. (контроль 2).
3. Насіння, замочене в робочому електроліті протягом 30 хв. (контроль 3).
4. Електрохімічна обробка струмом 2 А.
5. Електрохімічна обробка струмом 4 А.
6. Електрохімічна обробка струмом 6 А.

По кожному з варіантів дослідження насіння розподіляли наступним чином: 100 шт. – лабораторний дослід по визначенню посівних якостей; 100 шт. – визначення наявності патогенних грибів; 120 шт. – польовий дослід.

Визначення посівних якостей насіння проводили в Дніпропетровській районній державній насінневі інспекції. Оцінку зараження насіння здійснювали в Карантинній лабораторії Державної інспекції з карантину рослин у Дніпропетровській області. Польові дослідження було закладено у Дніпропетровській дослідній станції ІОБ НААН (с. Олександрівка, Дніпропетровський район, Дніпропетровська область). Хімічний аналіз плодів проводили в лабораторії масових аналізів ДДС ІОБ НААН, використовуючи методику Фрезеніуса-Лутохіна (вміст загального цукру, моноцукрів, сахарози), метод Муррі (вміст аскорбінової кислоти). Вміст сухої розчинної речовини визначали польовим рефрактометром ІРФ-460, лабораторним рефрактометром УРЛ-1. Поверхню насіння вивчали методом спостереження під бінокулярною лупою МБС-9.

Польові дослідження розміщували в незрошуваних умовах, у п'ятипільній сівозміні, попередник – пшениця озима. Дослідні ділянки розташовували на третій терасі річки Самара. Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний вилугуваний на суглинковому лесі. Гумусовий горизонт однорідного забарвлення, потужністю 40-45 см, перехідний – 45-80 см, глибина скипання карбонатів від НС1 – 63-75 см. потужність орного шару 30 см. Орний шар пилювато-грудкуватий з вмістом гумусу від 2,6 до 3,6 % (за Тюрнімом). Гідролітична кислотність його складає 0,84-1,40 мг-екв. на 100 г ґрунту. Ґрунт має високий і дуже високий вміст фосфору і калію. Найменша вологемність в орному шарі 0-30 см – 24,4 %, у шарі 0-60 см – 21,8 %. Рівень залягання ґрунтових вод – 8-9 м.

Погодні умови вегетаційного періоду 2008 р. були несприятливими для росту і розвитку кавуна та дині: сума ефективних температур (>15 °С) склала 989 °С у порівнянні з 1370 °С в 2007 р.

Система обробітку ґрунту та догляду за посівами загальноприйнята для зони північного Степу України. Схема посіву: диня, кавун столовий, гарбуз кущовий – 140x70 см, гарбуз довгоплетистий – 140x140 см.

Ділянки в досліді 20-луночні, одно- та дворядкові, повторність дво- – чотириразова.

Індекс Ріхтера (індекс солодкості плодів) обчислювали за формулою: Індекс Ріхтера =  $\Sigma(\text{вміст цукру}_i \cdot K_{\text{цукру } i})$ ,

де  $K_{\text{цукру}}$  – індекс солодкості конкретного цукру, який дорівнює: фруктоза = 220; глюкоза = 100; цукроза = 145 [4].

Математичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу [5].

**Результати та їх обговорення.** *Результати вивчення процесу обробки.* Після обробки рН аноліта становила 1,9-2,6; вона зменшувалась при збільшенні струму обробки. Тобто, як і виходить з рівнянь реакції, в аноліті утворилося кисле середовище, яке відповідає концентрації  $\text{H}_2\text{SO}_4 \sim 1$  г/л. Кінцева температура при обробці – 32-39 °С. Така сукупність вказує на можливе розтравлення насіннєвої оболонки під дією як кисню, так і кислоти.

У сульфаті калію, який використали як промислове добриво, виявилась домішка калій хлориду. У результаті після електролізу в аноліті утворилися активні форми хлору, в основному гіпохлорит-аніон. Визначено, що концентрація активного хлору (у перерахунку на гіпохлорит) становила 7,5-8,6 ммоль/л. Утворення гіпохлориту ускладнило картину обробки насіння, але при цьому суттєво збільшилась біологічна активність середовища під час електролізу.

*Результати вивчення поверхні насіння.* При вивченні поверхні насіння методом спостереження під бінокулярною лупою було встановлено наступне.

Для дини всіх сортів характерно розтравлення поверхні насіння; ступінь розтравлення зростає при збільшенні струму обробки; при струмі 6 А повздовжньо-складчастий рельєф поверхні переходить у майже гладкий; виявлено зменшення товщини насіння, що можливо вказує на видалення з нього деякої кількості води.

Для сорту кавуна Скарб виявлено осередкове розтравлення поверхні насіння, а також зміна кольору з майже чорного до світло-коричневого та сірого; ймовірно, це відбулося під дією активних форм кисню та хлору. Для сорту кавуна Зоряний виявлено розтравлення поверхні, на якій при струмах 4 А і 6 А утворюється поролоноподібний рельєф. Для сорту кавуна Північне с'яво виявлено два типи насіння: перший – з рельєфом поверхні, ніби вкритою малими скляними кульками, другий – із грубокомірчастим рельєфом. Склокулькова поверхня насіння розтравлювалася менше, ніж грубокомірчаста, до того ж на дні цих мікрокомірок товщина оболонки значно менша, ніж середня для сорту.

Для сорту гарбуза Ждана виявлено не дуже сильне розтравлення поверхні, однак при струмі 6 А частина поверхні відслоїлася та част-

ково висвітлився колір насіння; для сортів гарбуза Валок та Український багатоплідний виявлено достатньо сильне розрихлення поверхні, а при струмі 6 А часткове зникнення воскоподібного шару на центральній поверхні насіння.

*Визначення схожості й енергії росту.* Виявлено, що показники лабораторної схожості та енергії проростання після обробки змінювалися незначно (кавун, гарбуз) або зменшувалися (диня). Це, імовірно, є наслідком того, що поверхня насіння насичується солями, і при визначенні посівних параметрів на фільтрувальному папері утворюється насичений розчин, який завдяки осмосу пригнічує розвиток корінця. При попаданні в ґрунт таке явище не відбуватиметься завдяки переходу калій сульфату в ґрунтовий комплекс.

*Аналіз на наявність патогенних грибів.* Якісно показане зменшення кількості *Oospora lactis*, *Alternaria tenuis*, *Fusarium sp.*, *Cladosporium herbarum* на поверхні насіння.

*Польові дослід.* Результати проведених досліджень для всіх сортів кавуна та середньостиглих сортів дині були неоднозначними. Можливо це пов'язано зі структурою насіння та виявленим більшим розтравленням поверхні, що вказує на більший вплив обробки на зародок. Окрім того, у 2008 р. спостерігали значне ураження рослин кавуна баштанною попелицею, колонії яких стали місцями вторинної інфекції грибних та бактеріальних хвороб.

Результати для ранньостиглого сорту дині Тітовка та трьох сортів гарбуза наведено в табл. 1 (всі відсотки змін в таблиці та подальшому тексті наведені відносно варіанту 1, тобто сухого контролю, якщо інше не вказано).

Для сорту гарбуза Валок позитивно показала себе тільки обробка максимальним струмом 6 А (варіант 6), врожайність збільшилася на 4,1 % за рахунок збільшення маси плодів. Для сорту гарбуза Ждана в варіантах 4 та 5 спостерігали збільшення врожайності від 11,7 до 21,5 %. Це відбулося як за рахунок збільшення маси плодів, так і збільшення середньої кількості плодів на рослині. Підвищення струму обробки (варіант 6) призвело до пригнічення рослин (зниження врожайності та маси плодів). Для сорту гарбуза Український багатоплідний збільшення врожайності відмічено у варіантах 4 та 6 (+ 12,7% та + 16,1 % відповідно). Зростання врожайності відбулося за рахунок збільшення маси плодів при незначному зменшенні кількості плодів на рослині. Зниження врожайності для варіанту 5 незрозуміле. Потрібно підкреслити, що замочування в дистильованій воді та в робочому розчині не призвело до збільшення врожайності, вона навіть суттєво зме-

ншилася. Тому весь ефект потрібно віднести на рахунок електрохімічної обробки. Різниця в оптимальних струмах для різних сортів гарбуза можливо пояснюється різною проникністю окисників (особливо гіпохлориту) через насінневу оболонку. Імовірно, до цього факту має відношення воскоподібна речовина, що спостерігалась на насінні сортів гарбуза Валок і Український багатоплідний.

Для сорту дині Тітовка відмічено, що для варіантів 4 та 5 врожайність суттєво зросла (на 60,0 % та 53,4 % відповідно). Аналіз даних вологих контролів вказує на те, що найбільше впливає саме замочування в розчині калій сульфату, тобто калійного добрива. Електрохімічна обробка додала врожайності (відносно варіанту 3) на 8,0 % (варіант 4) та на 3,5 % (варіант 5). Подальше збільшення струму обробки (варіант 6) призвело до пригнічення рослин. При проведенні хімічного аналізу плодів дині сорту Тітовка (табл. 2), виявлено суттєву зміну співвідношення моноцукрів для варіанту 5 (струм обробки 4 А): вміст глюкози знизився в 4,1 рази, а вміст фруктози збільшився в 2,6 рази, сахарози – в 1,4 рази. В результаті індекс Ріхтера (коефіцієнт солодкості) плодів дині сорту Тітовка після обробки струмом 4 А збільшився на 229,2 одиниці в порівнянні з контролем 1 та на 300,7 одиниці в порівнянні з контролем 3. Тобто, ефект, досягнуто завдяки електрохімічній обробці, замочування в робочому розчині калій сульфату суттєво не впливає на значення хімічних показників. Найвірогіднішим поясненням цього є проникнення гіпохлорит-іонів (або інших форм активного хлору) через насінневу оболонку до зародка насінини та подальший вплив на ферментну систему.

За попередніми результатами можна стверджувати, що електрохімічна обробка, а саме утворення маленьких заряджених бульбашок кисню, а особливо розчинних активних форм кисню та хлору впливає на зародок, позитивно змінюючи урожайність та якість плодів. Перевищення оптимального струму веде до пригнічення росту та плодоношення рослин.

**Висновки.** 1) Розроблено метод електрохімічної обробки насіння в анодній камері діафрагмового електролізера.

2) Якісно встановлено зменшення на поверхні насіння кількості спор патогенних грибів.

3) Попередні результати польових досліджень (перший рік) показали підвищення врожайності сортів гарбуза Ждана, Валок і Український багатоплідний та ранньостиглого сорту дині Тітовка. Виявлено суттєве покращення якості плодів сорту дині Тітовка завдяки зміні

складу цукрів та збільшенню загальної солодкості (за індексом Ріхтера).

### **Бібліографія.**

1. Сорты бахчевых культур, заготовливаемых потребительской кооперацией / Под общей редакцией М.В. Аганина. – М.: Главкоопплодоовощ, 1982. – 279 с.
2. Пыженков, В.И., Малинина М.И. Культурная флора т. XXII. Тыквенные (огурец, дыня). – М.: Колос, 1994. – 288 с.
3. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. – Х.: Основа, 2001. – 369 с.
4. Фурса, Т.Б., Филов А.М. Культурная флора т. XXI. Тыквенные (тыква, арбуз). – М.: Колос, 1982. – 279 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 261 с.

И.И. Колесник, О.В. Палинчак, В.А. Сидорка, В.Л. Коваленко, О.Г. Денисенко, В.В. Малышев, Т.Д. Кондратиук. Электрохимическая обработка семян бахчевых растений (по результатам первого года полевых исследований).

**Резюме.** Разработан электрохимический метод обработки семян бахчевых растений в анодной камере диафрагмового электролизера в растворе калий сульфата (как промышленного удобрения). Проведено обработку трех сортов дыни, трех сортов арбуза столового и трех сортов тыквы.

I.I. Kolesnik, O.V. Palinchak, V.A. Sidorka, V.L. Kovalenko, O.G. Denisenko, V.V. Malishev, T.D. Kondratiuk. Electrochemical treatment of seeds of melons, watermelons and pumpkin (first-year field experience).

**Summary.** The method of electrochemical treatment of seeds of melons, watermelons and pumpkin by diaphragm electrolizer (in the anode space, electrolite – potassium sulphate as fertilizer) has been carried out. Three varieties of melons, three varieties of watermelons, three varieties of pumpkins was treated, result was discussed.

1 – Вплив електрохімічної обробки на урожайність плодів дини та гарбуза.

Культура, сорт	Варіант	Середня маса плода, кг	Кількість плодів на рослині, шт.	Продуктивність, кг	Врожайність, т/га	± до контролю №1	
						т/га	%
Диня сорт Тіговка	1	0,43	-	0,58	5,92	-	-
	2	0,50	-	0,62	6,32	+ 0,40	+ 6,8
	3	0,53	-	0,86	8,77	+ 2,85	+ 48,1
	4	0,58	-	0,93	9,47	+ 3,55	+ 60,0
	5	0,47	-	0,89	9,08	+ 3,16	+ 53,4
	6	0,47	-	0,59	6,02	+ 0,10	+ 1,7
НІР 0,05					0,81		
Гарбуз сорт Валок ( <i>Cucurbita maxima</i> <i>Duch.</i> )	1	3,6	1,0	3,6	39,2	-	-
	2	3,5	1,0	3,5	37,0	- 2,2	- 5,6
	3	3,3	1,0	3,3	33,0	- 6,2	- 15,8
	4	2,9	1,0	2,9	30,8	- 8,4	- 21,4
	5	3,3	1,0	3,3	32,9	- 6,3	- 16,1
	6	4,0	1,0	4,0	40,8	+ 1,6	+ 4,1
НІР 0,05					3,7		
Гарбуз сорт Ждана ( <i>Cucurbita maxima</i> <i>Duch.</i> )	1	5,0	1,2	6,0	29,8	-	-
	2	4,8	1,1	5,3	26,7	- 3,1	- 10,4
	3	4,8	1,1	5,4	27,0	- 2,8	- 9,4
	4	5,0	1,3	6,6	33,3	+ 3,5	+ 11,7
	5	5,5	1,3	7,2	36,2	+ 6,4	+ 21,5
	6	3,7	1,5	5,4	27,1	- 2,7	- 9,1
НІР 0,05					4,1		
Гарбуз сорт Український багатоплідний ( <i>Cucurbita pepo</i> <i>L.</i> )	1	4,6	1,4	6,5	33,0	-	-
	2	4,6	1,3	6,0	32,0	- 1,0	- 3,0
	3	4,6	1,2	5,5	29,0	- 4,0	- 12,1
	4	5,4	1,3	7,0	37,2	+ 4,2	+ 12,7
	5	4,7	1,3	6,1	30,3	- 2,7	- 8,2
	6	6,1	1,2	7,4	38,3	+ 5,3	+ 16,1
НІР 0,05					1,6		

2 – Вплив електрохімічної обробки на якісні показники плодів сорту дині Тітовка.

Якісні показники	Варіанти					
	1	2 *	3	4	5	6
Суша розчинна речовина, %	7,80	-	7,93	7,83	8,27	7,33
Загальний цукор. %	3,70	-	3,21	4,11	4,19	3,47
Моноцукри, %	2,59	-	2,51	2,39	2,61	2,28
Глюкоза, %	1,76	-	1,75	1,32	0,43	1,61
Фруктоза, %	0,83	-	0,76	1,07	2,18	0,67
Діцукри, %	1,11	-	0,70	1,72	1,58	1,19
Сахароза, %	1,05	-	0,67	1,63	1,50	1,13
Сума цукрів, %	3,64	-	3,18	4,02	4,11	3,41
Кислотність, %	0,11	-	0,10	0,10	0,11	0,09
Аскорбінова кислота, мг%	15,01	-	9,51	18,57	13,04	16,26
Індекс Ріхтера, одиниці	510,9	-	439,4	603,8	740,1	472,3

*Примітка.* \* – хімічний аналіз плодів варіанту 2 не проводили.