

9. Гребинский С. Биохимия растений: монография / С. Гребинский. – Л.: Изд-во Львовского ун-та, 1967. – 270 с.
10. Жук Ю.Т. Консервирование и хранение грибов: монография / Ю.Т. Жук. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. – 144 с.
11. Ленинджер А. Биохимия: монография / А. Ленинджер. – М.: Мир, 1976. – 957 с.

УДК 604.6:633.1

Ішкова О.М., канд. техн. наук,

Рябченко М.О., д-р біол. наук, проф. (ДонНУЕТ, Донецьк)

ЕКСПРЕС-МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ У ПРОДОВОЛЬЧІЙ СИРОВИНІ

У статті розглянуто метод визначення генетично модифікованих організмів у зерні й борошні озимої м'якої пшениці на прикладі нових і трансгенних сортів з використанням економічного та швидкісного методу газорозрядної візуалізації біоелектрографії.

Ключові слова: зерно, борошно, біоелектрографія, показник, генетично модифіковані організми (ГМО).

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Розробляючи підходи до оцінки безпечності продовольчих товарів, що містять ГМО, необхідно враховувати можливість появи продуктів, які відрізняються від традиційних аналогів за хімічним складом, токсикологічними, алергенними показниками та можуть загрозувати здоров'ю [1].

Причина таких змін полягає не тільки в наявності нового білка та його метаболітів, але й у можливості експресії на основі рекомбінантної ДНК невідомих мінорних компонентів. Складність ідентифікації цих компонентів полягає в тому, що немає інформації про їх хімічну структуру та наявність у продукті [2].

У наш час є два основні методи ідентифікації наявності навіть слідів генетично модифікованих організмів у продовольчій сировині та харчових продуктах: імунологічний метод Elisa-тест і метод полімерної ланцюгової реакції – PSR [3].

Одним із недоліків Elisa-тесту є його низька ефективність за умови оцінки продуктів, які зазнали теплової обробки, що призвело до денатурації білків [4]. Метод же PSR виявляє рекомбінантну ДНК і в разі використання іншої генетичної конструкції не спрацьовує [5].

На сьогодні в Україні функціонує 17 атестованих лабораторій, що здатні визначати ГМО у продовольчій сировині та продуктах харчування. Час визначення ГМО в одному зразку становить не менше 48 годин, вартість визначення – 600-800 грн. Тобто визначення цього показника потребує певних витрат коштів і часу, особливо коли це стосується широкого асортименту продовольчих товарів на українському ринку.

Але це не єдина проблема. Слід також урахувати, що потужності сучасних лабораторій недостатньо для перевірки всіх асортиментних позицій. І, на жаль, контролювання ГМО в харчових продуктах здійснює більшою мірою за бажанням виробника.

Таким чином, актуальною проблемою є пошук нового способу визначення ГМО, більш економічного і швидкісного, що дозволить скоротити витрати та збільшити кількість перевірок контролюючими органами.

Метою статті є розробка дешевого швидкісного методу ідентифікації ГМО в рослинній сировині й харчових продуктах на основі принципів аналізу ГРВ (газорозрядної візуалізації) біоелектрографії.

Метод ГРВ-аналізу вимірює стимульовану оптоелектронну емісію будь-якого досліджуваного об'єкта. У процесі виміру в ланцюзі ГРВ-приладу наявний імпульсний електричний струм, який утворюється, наприклад, у зерні під час ГРВ-вимірювань. Цей струм не викликає помітних фізіолого-біохімічних змін у зерні та продуктах його переробки [5; 6].

Виклад основного матеріалу дослідження. Для ідентифікацію ГМО в зерні пшениці здійснювали на основі принципів аналізу газорозрядної візуалізації біоелектрографії. Для цього використовували прилад «ГРВ-камера», що укомплектований числовим інтерфейсом і блоком YDVt, комп'ютер Pentium з комп'ютерними програмами YDV DIAYRAM, YDV Capture, YDV Techigue. Для обробки результатів дослідження застосовувалися програмні статистичні комплекси Biostatistica Version 4.03, Statistics for Windows 95 Version 5.0, «ОМНС».

Метод ГРВ засновано на стимуляції емісії фотонів і електронів з поверхні об'єкта за умови подачі коротких електричних імпульсів.

Нами були проведені значні доробки в процесах аналізу біоелектрограм досліджуваних об'єктів через специфічність показників газорозрядного світіння пшениці та пшеничного борошна. Завдяки використовуваній конструкції приладу струм має імпульсний характер.

Для характеристики ГРВ-грам застосовували п'ять показників: площа засвічення, нормалізована площа, коефіцієнти емісії, форми та фрактальності. Площа засвічення є абсолютною величиною, яка вимірюється в пікселях. Нормалізована площа – це відношення площі ГРВ до площі внутрішнього овалу, яка змінюється у відносних одиницях. Коефіцієнт емісії, який характеризує потужність дрібних фрагментів, що вивільняються із ГРВ-грами, визначається в пікселях.

Коефіцієнт форми розраховується за формулою:

$$K\Phi = \frac{L^2}{S}, \quad (1)$$

де $K\Phi$ – коефіцієнт форми;

L – довжина зовнішнього контуру ГРЗ (газорозрядного зображення);

S – площа ГРЗ.

Дослідження проводили на прикладі нового сорту озимої м'якої пшениці Олексіївка та трансгенного сорту Roundup Ready, у який введено ген CP₄-EPSPS

грунтової бактерії *Agrobacterium tumefaciens* із промотором вірусу мозаїки кольорової капусти 35S (CaMV35S), які й забезпечують йому високі адаптивні й імунологічні властивості.

Результати проведеного ГРВ-аналізу показали, що інтенсивність світіння зерна пшениці сорту Олексіївка значно більша порівняно із трансгенним сортом Roundup Ready, що відображено на рисунку 1.

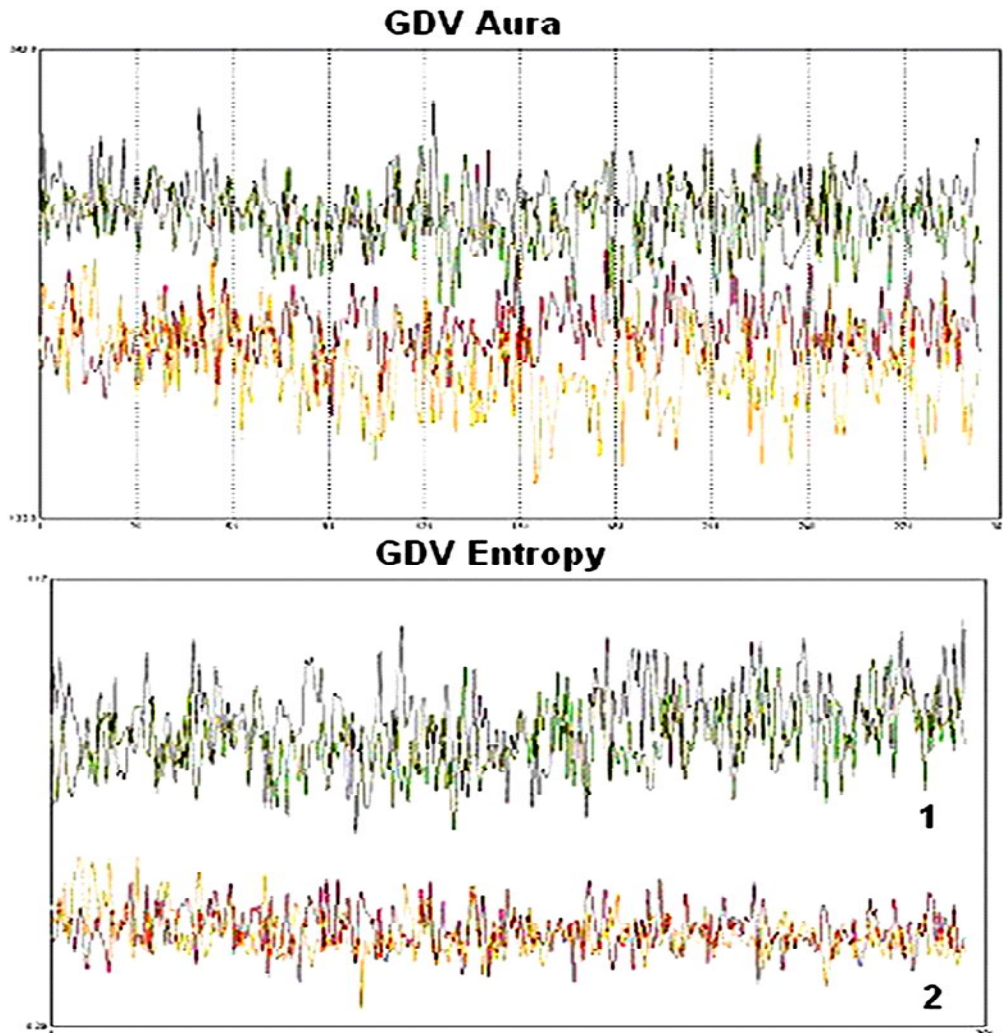


Рисунок 1 – Біофізична характеристика світіння сорту пшениці Олексіївка (1) і Roundup Ready (2)

Розрахунки показників ГРВ-грами здійснювалися автоматично за допомогою комп'ютерних програм. Згідно з даним таблиці 1, площа газорозрядного зображення (ГРЗ) була меншою у варіанті із трансгенним сортом Roundup Ready.

Загальна площа засвічення у нових сортів пшениці варіювала від 5263 ± 36 до 5988 ± 35 пікселів, що більше порівняно із трансгенним сортом – 4678 ± 46 пікселів. Коефіцієнт емісії трансгенного сорту пшениці склав 0,79 пікселів і був на 3-0,38 одиниці пікселів більшим, ніж у звичайних. Така ж тенденція спостерігалася й за коефіцієнтом форми, який був на 15,8-20,1 одиниці більшим. Коефіцієнт фрактальності у звичайних сортах пшениці варіював від 8,6 до 9,7 одиниці проти трансгенного сорту – 7,1.

Таблиця 1 – Показники ГРВ-грам зерна звичайної та трансгенної пшениці

Сорти	Площа засвічення, пікселів	Нормалізована площа	Коефіцієнти		
			емісії, пікселів	форми	фрактальності
Контроль (звичайні сорти)					
Олексіївка	5263±36	1,7	0,45	106,9	9,1
Богиня	5376±28	1,8	0,41	108,3	8,9
Краплина	5298±42	1,4	0,49	107,8	8,6
Лист 25	5988±35	1,9	0,77	109,2	9,4
Паляниця	5344±41	1,5	0,44	107,6	9,7
Трансгенний сорт					
Roundup Ready	4678±46	1,2	0,79	89,1	7,1

Нами встановлена пряма кореляційна залежність між показниками ГРВ-грам: площа засвічення ($r = 0,98$), нормалізована площа ($r = 0,93$), коефіцієнти емісії ($r = 0,95$), форми ($r = 0,92$) і фрактальності ($r = 0,94$) досліджуваних і трансгенних сортів озимої м'якої пшениці.

За умови помелу зерна трансгенних сортів пшениці ГМО виявляються і у борошні [3]. Встановлено, що динамічна крива світіння борошна із сорту озимої пшениці Олексіївка характеризується більш стабільною амплітудою та меншою варіабельністю порівняно з борошном, яке одержане із трансгенного сорту Roundup Ready, що відображено на рисунку 2.

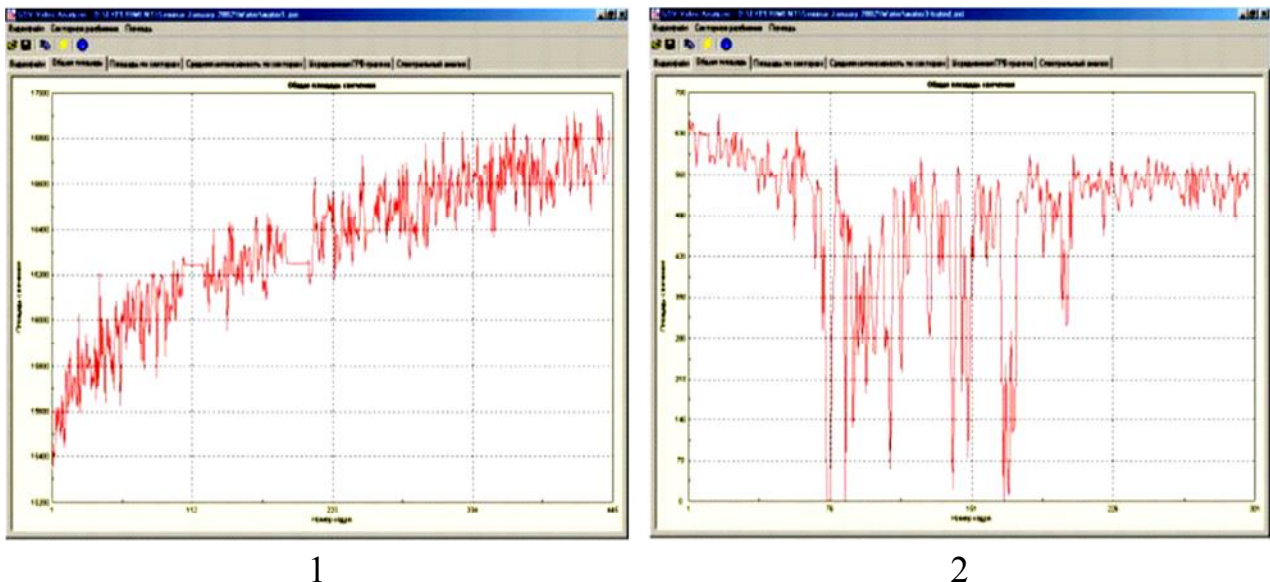


Рисунок 2 – Біофізична характеристика світіння борошна із сорту озимої м'якої пшениці Олексіївка (1) і трансгенного сорту Roundup Ready (2)

У ході оцінювання зразка борошна методом газорозрядної візуалізації було встановлено, що інтенсивність оптико-електронної емісії нижче у трансгенного сорту, як показано на рисунку 3.

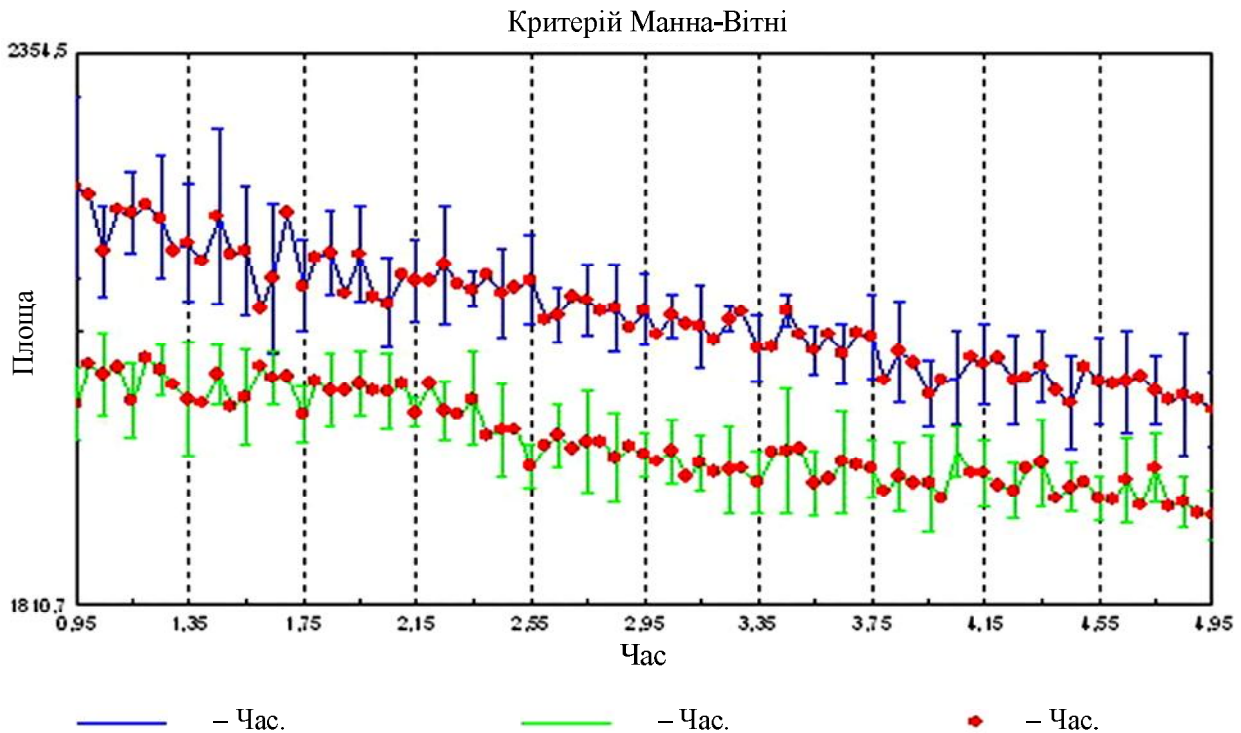


Рисунок 3 – Динаміка зміни оптико-електронної емісії борошна в умовах 72-годинної експозиції (верхня крива – пшениця Олексіївка, нижня – трансгенний сорт Roundup Ready)

Відповідно до даних таблиці 2, площа газорозрядного зображення (ГРЗ) була більшою у борошна, що виготовлене із пшениці сорту Олексіївка порівняно із трансгенним сортом Roundup Ready.

Таблиця 2 – Порівняльний аналіз показників ГРВ борошна, що одержане із зерна звичайних і трансгенних сортів пшениці

Сорт	Площа засвічення, пікселів	Нормалізована площа	Коефіцієнти		
			емісії, пікселів	форми	фрактальності
Контроль (борошно зі звичайних сортів)					
Паляниця	4273	1,6	0,45	84,2	7,4
Лист 25	4546	1,5	0,49	91,7	7,9
Краплина	4382	1,7	0,51	78,5	7,1
Богиня	4467	1,4	0,42	83,2	7,5
Олексіївка	4198	1,4	0,53	76,8	7,8
Борошно із трансгенного сорту					
Roundup Ready	3764	1,8	0,35	54,7	6,2

Характерно, що коефіцієнти емісії та форми борошна, отриманого із зерна звичайних сортів озимої м'якої пшениці, були більшими, ніж у борошна із трансгенного сорту. Так, коефіцієнт емісії борошна із сорту Олексіївка склав 0,53 пікселя, а трансгенного сорту Roundup Ready – тільки 0,35. За коефіцієнтом фрактальності спостерігалася зворотна залежність.

Висновки

1. Використання газорозрядної візуалізації біоелектрографії для визначення генетично модифікованих організмів є найбільш економічним і швидкісним порівняно з відомими та поширеними в Україні методами Elisa-тест і PCR.

2. Наявність генетично модифікованих організмів у зерновій сировині зберігається після її переробки, що підтверджено на прикладі зерна пшениці та борошна з нього.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є використання методу газорозрядної візуалізації біоелектрографії для визначення генетично модифікованих організмів у інших видах продовольчої сировини та харчових продуктах.

Список літератури

1. Бурьянов Я.И. Перспективы генно-инженерной биотехнологии растений / Я.И. Бурьянов // Биотехнология и трансгенетика. – 2000. – № 1. – С. 6-7.
2. Дорохов Д.П. О методах идентификации генетически модифицированных продуктов / Д.П. Дорохов // Партнеры и конкуренты. – 1999. – № 3. – С. 32-34.
3. Сорокина Е.Ю. Современные методы идентификации ГМИ в пищевых продуктах / Е.Ю. Сорокина // Пищевая промышленность. – 2003. – № 6. – С. 20-21.
4. Чернышова О.Н. Идентификация ГМИ в пищевых продуктах: результаты мониторинга / О.Н. Чернышова // Пищевая промышленность. – 2003. – № 6. – С. 22-23.
5. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии / К.Г. Коротков. – СПб.: Изд-во СПбГИТМО, 2001. – 360 с.
6. Рябченко Н.А. Особенности методики динамической ГРВ-графии при определении фальсификатов продовольственных товаров / Н.А. Рябченко // Проблеми розвитку та впровадження систем управління, стандартизації, сертифікації, метрології в регіонах України: I Всеукр. наук.-практ. конф. – Донецьк: ДНТУ, 2011. – С. 165-166.

УДК 664.8.037.5:634.7

Коваленко В.О., д-р техн. наук, проф.,

Одарченко Д.М., канд. техн. наук, доц.,

Кудряшов А.І., Штих С.В., Сюсель О.О. (ХДУХТ, Харків)

МІКРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІД

Вивчено мікрофлору нових напівфабрикатів із журавлини великоплідної та калини звичайної в процесі холодильного зберігання. Доведено можливість реалізації та використання заморожених напівфабрикатів із дикорослих ягід.

Ключові слова: мікроорганізми, плісняві гриби, дріжджі, заморожені напівфабрикати.