

ДЕТЕКЦІЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ РОСЛИН У ПРОДУКЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

А. В. ПЛОТНИЦЬКА, молодший науковий співробітник відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК

Т. А. ТКАЧЕНКО, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК

Л. І. КАЛАКАЙЛО, науковий співробітник відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК

В. Д. ІЩЕНКО, кандидат ветеринарних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри фармакології, паразитології і тропічної ветеринарії

В. В. ТКАЧЕНКО, доцент, кафедра хірургії і патофізіології ім. акад. І.О. Поваженка

Я. А. ІЩЕНКО, студентка 2 курсу факультету ветеринарної медицини

В. О. УШКАЛОВ, доктор ветеринарних наук, директор УЛЯБП АПК

Л. М. ІЩЕНКО, кандидат ветеринарних наук, завідувач відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: tttkach82@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.012>

Анотація. Використання генетично модифікованих організмів при виробництві сільськогосподарської продукції і продуктів харчування має важливе значення у плані продовольчої безпеки. Незважаючи на це в суспільстві щодо ГМО існує ряд пересторог про наявність потенційної загрози здоров'ю людини та біорізноманіттю, а ймовірні ризики поділяють на харчові, екологічні й соціально-економічні. І оскільки питання безпечності є на даний момент суперечливим, виникає необхідність контролю за виробництвом та споживанням продуктів харчування і кормів, що містять ГМО або отриманих з їх використанням, для надання права вибору споживачам. В зв'язку із цим обіг ГМО у переважній більшості країн є контрольованим та врегульованим.

У статті наведені систематизовані дані аналізу зразків агропромислової продукції, які надходили до відділу молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК, щодо вмісту ГМО впродовж 2018–2019 років. Аналіз отриманих результатів показав, що впродовж цього періоду із 449 досліджених на вміст ГМО зразків 102 були позитивними. Основними генетично модифікованими лініями рослин, що присутні на ринку України є ГМ-лінія ріпаку GT 73 і ГМ-лінія сої GTS 40-3-2, що є свідченням їх широкого використання на внутрішньому ринку України.

Ключові слова: генетично модифіковані організми, полімеразна ланцюгова реакція, ГМ-лінії рослин

Актуальність. Генетично модифіковані організми – це живі організми, генотипи яких були змінені штучним шляхом на основі методів генної інженерії з метою надання їм деяких корисних властивостей [4].

Генетично модифіковані рослини, з яких виробляють корми і продукти харчування, умовно можна поділити на наступні дві групи:

– культури із покращеними агрономічними властивостями (мають гени стійкості до гербіцидів (рапс, соя, пшениця тощо), а також гени бактерії *Bacillus thuringiensis*, яка знаходиться в ґрунті, що забезпечують стійкість рослин до комах-шкідників (кукурудза, картопля, помідори, бавовна та ін.);

– культури, які завдяки генетичним модифікаціям мають покращені властивості: поживні – рапс, рис; технологічні – картопля, помідори; смакові – виноград і ін. [6].

Використання ГМО при вирощуванні сільськогосподарської продукції рослинного походження, як має свої переваги (підвищення врожайності сільськогосподарських культур, можливість вирощування рослинницької продукції з стабільними показниками якості, тощо), так і становить потенційну екологічну, харчову, соціально-економічну загрозу [4].

При цьому на перший план виходять такі основні проблеми:

– контроль за виробництвом та споживанням харчових продуктів і кормів, що містять ГМО або отриманих із використанням генетично модифікованих організмів;

– контроль за цілеспрямованим вивільненням ГМО в довкілля [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Думки вчених про безпеку генетично модифікованих організмів розходяться. Одні дослідники вважають, що генетично модифіковані організми нешкідливі, на думку інших, вони є джерелом біологічних і екологічних ризиків для живих організмів і довкілля [6].

Загалом у світі існують 2 точки зору щодо поводження із ГМО та їх використанням. Перша, так звана концепція еквівалентності, поширена у США, де генетично модифікована продукція застосовується на рівні з продуктами, які отримані традиційними способами. Друга базується на принципі перестороги, який є основним у Європейському Союзі щодо контролю обігу ГМО і запобігання можливим ризикам. Принцип перестороги означає, що новий продукт або процес не слід затверджувати для застосування, якщо безпечність цього продукту або процесу невідома або сумнівна. Звідси розглядуваний принцип перестороги має також належати до принципів правового регулювання застосування ГМО при вирощуванні сільськогосподарської продукції

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

рослинного походження, оскільки їх вплив на здоров'я людей і довкілля достеменно на сьогодні не вивчено [4].

Саме тому залишається багато інших аспектів, які свідчать щодо необхідності проведення моніторингу поширення ГМ-культур та маркування продукції до складу якої входять компоненти отримані із ГМ-рослин. Основною причиною такої необхідності є забезпечення права вибору щодо споживання харчової продукції, яка містить ГМО. В зв'язку з чим обіг ГМО в більшості країн світу є врегульованим та контрольованим [3, 4].

В Україні застосування ГМО (у тому числі і під час вирощування сільськогосподарської продукції) регламентується нормами Закону України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» від 31 травня 2007 р., № 1103-V. Цей Закон повинен забезпечити державі регулювання відносин між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками), розробниками, дослідниками, науковцями та споживачами генетично модифікованих організмів та продукції, виробленої за технологіями, що передбачають їх розробку, створення, випробування, дослідження, транспортування, імпорт, експорт, розміщення на

ринку, вивільнення у навколишнє середовище та використання в Україні (надалі – поводження з ГМО) із забезпеченням біологічної та генетичної безпеки [5].

В Україні офіційно жодна ГМ-рослина не вирощується. Це пов'язано з тим, що у нашій державі не зареєстрована жодна ГМ-культура і ввезення та культивування таких рослин є незаконною. Проте згідно з масштабними дослідженнями, проведеними асоціацією Agent Green у 2018 році, 48% посівів сої в Україні є генетично модифікованими [2]. Наявність ГМ-сої та ГМ-ріпаку підтверджується дослідженнями інших авторів [1, 7].

Зважаючи на це, **метою робити** було проведення аналізу зразків продукції агропромислового комплексу, які надходили у відділ молекулярно-біологічних досліджень УЛЯБП АПК, щодо вмісту ГМО впродовж 2018–2019 років.

Матеріали і методи дослідження. Випробування проводили у відділі молекулярно-біологічних досліджень Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК впродовж 2018–2019 р.р.

Для дослідження використовували зразки комерційного напрямку, внутрішньо-лабораторні зразки та сертифіковані референсні зразки.

При проведенні досліджень керувались наступними

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

нормативними документами: ДСТУ ISO 21569:2008 Продукти харчування. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їх вмістом. Якісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти (ISO 21569:2005, IDT); ДСТУ ISO 21570:2008 Продукти харчування. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їх вмістом. Кількісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти (ISO 21570:2005, IDT); ДСТУ ISO 21571:2008 Продукти харчові. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їх вмістом. Екстрагування нуклеїнової кислоти (ISO 21571:2005, IDT); CEN/TS 15568 Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Sampling strategies.

Для проведення аналізу зразків кормів на вміст ГМО використовували систему ПЛР у реальному часі CFX96 (BioRad). Для попередження отримання хибнопозитивних та хибнонегативних результатів дослідження при проведенні ПЛР використовували контролі: позитивний контроль; негативний контроль; контроль без матриці (NTC,

no template control); негативний контроль виділення (НКВ) [8].

Результати дослідження та їх обговорення Протягом 2018-2019 р.р. відділом було проаналізовано 449 зразків продукції агропромислового комплексу щодо якісного та/або кількісного вмісту ГМО методом ПЛР в реальному часі.

Аналіз систематизованих результатів досліджень показав, що у 2018 році із 319 проаналізованих на вміст ГМО зразків 93 були позитивними, що становить 29,2 % від їх загальної кількості (табл.1). Серед позитивних зразків 66,7 % становили премікси, 11,8 % – насіння ріпаку, 9,7 % – шрот соєвий.

У 2019 році із 130 проаналізованих на вміст ГМО зразків було виявлено 9 позитивних, що становить 6,9 % від загальної кількості (табл.2). У 2019 році відсоток позитивних зразків був меншим, порівняно з 2018 роком. Але варто зазначити, що і загальна кількість зразків була меншою. Однак варто зазначити, що отримані дані не відображають справжньої ситуації із обігом генетично модифікованих рослин в Україні, оскільки ці дані стосуються окремої випробувальної лабораторії.

1. Аналіз зразків, які надійшли на випробування щодо вмісту ГМО у 2018**році**

Вид продукції	Загальна кількість зразків	Кількість позитивних зразків
Зерно кукурудзи	20	-
Зерно пшениці	9	-
Зерно гороху	2	-
Соняшник	1	-
Насіння сої	37	6
Рослини сої	1	-
Насіння льону	7	-
Насіння ріпаку	36	11
Насіння томатів	32	-
Премікс	62	62
Шрот соєвий	11	9
Концентрат соняшниковий	8	-
Дріжджі пивні	5	-
Комбікорм	3	3
Шрот соняшниковий	1	-
Макуха соєва	2	1
Макуха ріпакова	1	1
Ізольований соєвий білок	2	-
Дріжджі кормові	2	-
Пшеничне волокно	2	-
Дієтичні добавки	43	-
Свіжі овочі та фрукти	7	-
Пельмені	5	-
Хліб	3	-
Яйця курячі	8	-
М'ясо курятини	2	-
Люпин	1	-
Суміш рослино-вершкова	1	-
Куркума	1	-
Гриби печериці	1	-
Квашені овочі	1	-
Сухофрукти	1	-
Повидло яблучне	1	-
Всього	319	93

Таблиця 2. Характеристика зразків, які надійшли на випробування щодо вмісту ГМО у 2019 році

Вид продукції	Кількість зразків	Кількість позитивних зразків
Дієтичні добавки	34	-
Насіння ріпаку	19	5
Насіння кукурудзи	12	-
Насіння соняшнику	9	-
Насіння сої	1	-
Насіння гречки	1	-
Зерно кукурудзи	15	-
Зерно сої	5	-
Зерно пшениці	1	-
Зерно сорго	1	-
Гірчиця біла	1	-
Пшеничне волокно	1	-
Дріжджі кормові	2	-
Комбікорм	2	1
Макуха соєва	1	1
Шрот соєвий	1	1
Шрот соняшниковий	1	-
Яйця курячі	10	-
Сир тофу	1	1
Здоба	7	-
Гриби печериці	1	-
Овочі	1	-
Фрукти	1	-
Хлорела	1	-
Спеції	1	-
Всього	130	9

Ідентифікація ГМ-ліній рослин є важливим етапом дослідження вмісту ГМО, оскільки дає можливість зрозуміти, які саме лінії присутні в обігу на агропромисловому ринку. У багатокомпонентних зразках такий аналіз дає можливість прослідкувати, які ГМ-лінії попадають у виробництво продуктів харчування чи кормів для тварин. Завдяки багаторічним напрацюванням в УЛЯБП АПК є можливість ідентифікації 17 ліній ГМ-кукурудзи,

7 ліній ГМ-ріпаку та 5 ліній ГМ-сої. Усі зразки, в яких виявлено ГМО, проходять ідентифікацію незалежно від потреб замовника.

Основними ГМ-лініями рослин, які були присутні в обігу на ринку України в 2018 році є ГМ-лінія сої GTS 40-3-2 та ГМ-лінія ріпаку GT 73. Ці ж ГМ-лінії ідентифікуються і в кормах для тварин, що свідчить про їх широке використовується для виробництва кормів для тварин на

внутрішньому ринку України
(табл.3).

Таблиця 3. Ідентифікація ГМ-ліній позитивних зразків

Зразок	ГМ-лінія	Кількість зразків
Комбікорми та премікси	<i>GTS 40-3-2</i>	65
Ріпак	<i>GT 73</i>	11
Шрот соєвий	<i>ГМ-лінія сої GTS 40-3-2</i>	9
Соєа	<i>Не ідентифікована</i>	4
Соєа	<i>GTS 40-3-2</i>	2
Макуха соєва	<i>ГМ-лінія сої GTS 40-3-2</i>	1
Макуха ріпакова	<i>ГМ-лінія ріпаку GT 73</i>	1

Ці ж самі лінії ГМ-рослин (ГМ-лінію сої *GTS 40-3-2* та ГМ-лінію ріпаку *GT 73*) ми виявляли і в 2019 році, що свідчить про їх стабільну

присутність в обігу на ринку України. Крім того, соєа ГМ-лінії *GTS 40-3-2* була виявлена у сирі тофу (табл.4).

Таблиця 4. Результати ідентифікації позитивних зразків

Зразок	ГМ-лінія	Кількість зразків
Сир тофу	<i>GTS 40-3-2</i>	1
Комбікорм	<i>GTS 40-3-2</i>	1
Шрот соєвий	<i>ГМ-лінія сої GTS 40-3-2</i>	1
Макуха соєва	<i>ГМ-лінія сої GTS 40-3-2</i>	1
Ріпак	<i>GT 73</i>	5
Всього		9

Висновки і перспективи.

Аналізуючи результати досліджень наявності ГМО в продукції агропромислового комплексу протягом 2018-2019 років можна з впевненістю стверджувати про присутність в Україні таких генетично модифікованих культур як соєа та ріпак. Окремі лінії ГМ-рослин такі як соєа лінія *GTS 40-3-2*, ріпак лінія *GT 73* є постійно присутніми на агропромисловому ринку України.

Зважаючи на отримані результати, очевидним є те, що ГМ-рослини не лише активно вирощуються, а й застосовуються під час виготовленні кормів для тварин (комбікорми, шрот соєвий, макуха соєва та ріпакова), преміксів і продуктів харчування (сир тофу).

Незважаючи на законодавчу базу, обіг ГМО в Україні є неконтрольованим, що не дає можливості в повній мірі

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

прослідкувати використання ГМ-рослин у виробництві кормів для тварин, продуктів харчування, медичних та ветеринарних

Список використаних джерел

1. Гайдей О.С., Загребельний В.О., Новожицька Ю.М., Усаченко Н.В., Данильченко Н.Л. Аналіз результатів визначення ГМО в сировині рослинного походження за 2014 рік. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. № 1 (57). С. 25–28.

2. Дослідження: Половина української сої — ГМО. *Агропортал*: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/ua/news/rastenievodstvo/issledovanie-polovina-ukrainskoi-soi-gmo/>

3. Лейба Л. В. Правові проблеми використання генетично модифікованих організмів при виробництві сільськогосподарської продукції та продуктів харчування. Актуальні проблеми правового забезпечення продовольчої безпеки України: моногр. Харків, 2013. С. 255-278.

4. Менів О.І. Правове забезпечення використання ГМО при вирощуванні сільськогосподарської продукції рослинного походження в Україні та ЄС : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.06 / Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого. Харків, 2016. 20 с.

5. Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів : Закон України від 31 травня 2007 року №1103-V із наст. змінами [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1103-16>

6. Салига Н. О., Снітинський В. В. Генетично модифіковані рослини та їх вплив на організм тварин. *Біологія тварин*. 2010. Т. 12, № 2. С. 61–74.

7. Ушкалов В.О., Данчук В.В., Спиридонов В.Г., Іщенко Л.М., Андреев І.В., Калакайло Л.І., Новгородова О.Ю., Бублик О.О. Обіг генетично модифікованих речовин в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. №3 (780). С. 45-50.

8. Turkes A., Kazan H., Baykut A., Lucas S. J. Evaluation of DNA extraction

preparativ. Тому забезпечення дієвого контролю обігу ГМО є одним із найважливіших економічно-соціальних питань в Україні.

methods in order to monitor genetically modified materials in soy foodstuffs and feeds commercialised in Turkey by multiplex real-time PCR. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015. V. 95(2). P.386-392.

References

1. Haidei, O.S., Zahrebelnyi, V.O., Novozhytska, Yu.M., Usachenko, N.V., Danylchenko, N.L. (2006). Analiz rezultativ vyznachennia HMO v syrovyni roslynnoho pokhodzhennia za 2014 rik [Analysis of results of determination of GMOs in raw materials of plant origin for 2014]. *Zernovi produkty i kombikormy*, 1 (57), 25–28.

2. Research: Half of Ukrainian soybeans are GMOs. Available at: <https://agroportal.ua/ua/news/rastenievodstvo/issledovanie-polovina-ukrainskoi-soi-gmo/>

3. Leiba L. V. (2013). Pravovi problemy vykorystannia henetychno modyfikovanykh orhanizmv pry vyrobnytstvi silskohospodarskoi produktsii ta produktiv kharchuvannia [Legal problems of the use of genetically modified organisms in the production of agricultural products and foodstuffs]. In *Aktualni problemy pravovoho zabezpechennia prodovolchoi bezpeky Ukrainy* [Actual problems of legal security of food security of Ukraine] (pp. 255–278). Kharkiv: FOP Shevchenko.

4. Meniv, O.I. (2016). Pravove zabezpechennia vykorystannia HMO pry vyroshchuvanni silskohospodarskoi produktsii roslynnoho pokhodzhennia v Ukraini ta YeS [Legal support for the use of GMOs in the cultivation of agricultural products of plant origin in Ukraine and the EU]. Kharkiv, 20.

5. On the State System of Biosafety at the Time of Creating, Testing, Transporting, and Using Genetically Modified Organisms. 31.05.2007. №1103 Available at: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1103-16>.

6. Salyha, N. O., Snitynskyi, V. V. (2010). Henetychno modyfikovani roslyny ta yikh vplyv na orhanizm tvaryn [Genetically

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

modified plants and their effect on the animal body]. *Biolohiia tvaryn.* 12 (2), 61–74.

7. Ushkalov, V.O., Danchuk, V.V., Spyrydonov, V.H., Ishchenko, L.M., Andrieiev, I.V., Kalakailo, L.I., Novhorodova, O.Yu., Bublyk, O.O. (2018). Obih henetychno modyfikovanykh rehovyn v Ukraini [The circulation of genetically modified substances

in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 3 (780), 45-50.

8. Turkes, A., Kazan, H., Baykut, A., Lucas, S. J. (2015). Evaluation of DNA extraction methods in order to monitor genetically modified materials in soy foodstuffs and feeds commercialised in Turkey by multiplex real-time PCR. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(2), 386-392.

ДЕТЕКЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ В ПРОДУКЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А. В. Плотницкая, Т. А. Ткаченко, Л. И. Калакайло, В. Д. Ищенко, В. В. Ткаченко, Я. А. Ищенко, В. О. Ушкалов, Л. М. Ищенко

Аннотация. Использование генетически модифицированных организмов при производстве сельскохозяйственной продукции и продуктов питания имеет важное значение в плане продовольственной безопасности. Несмотря на это в обществе относительно ГМО существует ряд предостережений о наличии потенциальной угрозы здоровью человека и биоразнообразию, а вероятные риски делятся на пищевые, экологические и социально-экономические. И поскольку вопрос безопасности на данный момент противоречивый, возникает необходимость контроля над производством и потреблением продуктов питания и кормов, содержащих ГМО или полученных с их использованием, для предоставления права выбора потребителям. В связи с этим оборот ГМО в большинстве стран является контролируемым и урегулированным.

В статье приведены систематизированные данные анализа образцов агропромышленной продукции, которые поступали в отдел молекулярно-биологических исследований УЛЯБП АПК, по содержанию ГМО в течение 2018-2019 годов. Анализ полученных результатов показал, что в течение этого периода из 449 исследованных на содержание ГМО образцов 102 были положительными. Основными генетически модифицированными линиями растений, присутствующими на рынке Украины, есть ГМ-линия рапса GT 73 и ГМ-линия сои GTS 40-3-2, что является свидетельством их широкого использования на внутреннем рынке Украины.

Ключевые слова: генетически модифицированные организмы, полимеразная цепная реакция, ГМ-линии растений.

DETECTION OF GENETICALLY MODIFIED PLANTS IN THE AGRICULTURAL PRODUCTS

A. V. Plotnitska, T. A. Tkachenko, L. I. Kalakailo, V. D. Ischenko, V. V. Tkachenko, Ya. A. Ishchenko, V. O. Ushkalov, L. M. Ischenko

Abstract. The use of genetically modified organisms in the production of agricultural and food products is important for the view of food security. Despite this, there is a concern in society about the possible threat of GMOs to human health and

Плотницька А. В., Ткаченко Т. А., Калакайло Л. І., Іщенко В. Д., Ткаченко В. В., Іщенко Я. А., Ушкалов В. О., Іщенко Л. М.

biodiversity. Nowadays the likely risks are divided into food, environmental and socio-economic risks.

There is a necessity for systematic research on the spread of GM crops and the appropriate mandatory labeling of products, which include components derived from GM plants. It gives consumers the right to choosing to eat or not GM-foods. For this reason, in many countries GMOs' circulation is regulated and controlled.

The article presents systematic data of the analysis of samples agriculture products, which were analyzed regarding the content of GMOs in the Department of molecular -biological research of Ukrainian Laboratory of Quality and Safety of Agricultural Products during 2018-2019. To conduct an analysis of the GMO content in agriculture products CFX96 Real-Time PCR (BioRad) was used. The study was conducted according to ISO 21569:2005 Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Qualitative nucleic acid based methods; ISO 21570:2005 Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Quantitative nucleic acid based methods; ISO 21571:2005 Foodstuffs – Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products – Nucleic acid extraction.

In 2018 were analyzed 319 samples about GMO content and 93 (29.2%) of them were positive. Among the positive samples, 66.7 % were the premixes, 11.8 % – rapeseed, 9.7 % – soybean meal. In 2019 was analyzed 130 samples and 9 (6.9 %) of them were found positive.

It is established that such GM plants as soybeans GTS 40-3-2, rapeseed GT 73 are present in the agricultural market of Ukraine. Furthermore they are not only actively grown, but also used for the production of feed.

Keywords: *Genetically modified organisms, Real-time PCR, GM-plants*