

**Микола СИЧЕВСЬКИЙ,  
Ярослава ЖУКОВА,  
Микола ВАКУЛЕНКО**

## **ТЕСТ-СИСТЕМА ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СОЇ ЛІНІЇ GTS 40-3-2**

*Досліджено застосування специфічних праймерів для виявлення трансформаційної події GTS 40-3-2 в харчових продуктах із використанням методу полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Розроблено специфічні пари праймерів для одночасного ідентифікування ГМ-сої за видоспецифічним геном лектину, геном CP4 EPSPS, трансформаційною подією RRS GTS 40-3-2 та вставками: промотором 35S і NOS-термінатором, які дають змогу виявляти генетичні модифікації сої, а також інших культур у випадку наявності в них означених конструкцій.*

*Ключові слова:* ГМО, лектин, CP4 EPSPS, трансформаційна подія GTS 40-3-2, промотор 35S, NOS-термінатор.

*Сычевский Н., Жукова Я., Вакуленко Н. Тест-система для идентификации сои линии GTS 40-3-2. Исследовано применение специфических праймеров для выявления трансформационного события GTS 40-3-2 в пищевых продуктах с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР). Разработаны специальные пары праймеров для одновременной идентификации ГМ-сои по видоспецифическому гену лектина, гену CP4 EPSPS, трансформационному событию RRS GTS 40-3-2 и вставкам: промотору 35S и NOS-терминатору, которые позволяют выявлять генетические модификации сои, а также других культур в случае наличия в них указанных конструкций.*

*Ключевые слова:* ГМО, лектин, CP4 EPSPS, трансформационное событие GTS 40-3-2, промотор 35S, NOS-терминатор.

**Постановка проблеми.** Соя – одна з найпопулярніших культур у світі. На сьогодні її частка в світовому виробництві олійних культур становить майже 60 %. За даними Департаменту сільського господарства США (USDA), в 2012–2015 рр. становила близько 280 млн т. Майже 244 млн т вирощено з метою отримання соєвого шроту та олії, 35 млн т використано для інших цілей (переважно для продуктів харчування та кормів) [1].

На сьогодні зареєстровано 34 лінії трансгенної сої [2], 26 з яких модифіковані на стійкість до гербіцидів, 5 – стійкі до інсектицидів, 8 – змінено за якісними показниками продукту (за жирнокислотним складом, стійкістю до антибіотиків, наявністю візуального маркера) й використовуються як продукти харчування або добавки до них.

Трансгенна соя лінії *GTS 40-3-2 (Roundup Ready<sup>R</sup>)* розроблена фірмою *Monsanto Canada Inc.* і є єдиною трансгенною лінією сої, дозволеною до продажу в ЄС (Рішення Комісії ЄС № 96/281/ЄС від 3 квітня 1996 р.) [3]. Створення лінії *GTS 40-3-2*, яка містить однойменну трансформаційну подію, засновано на технології рекомбінантних ДНК, яка полягає у введенні гена толерантності до гліфосату ферменту 5-енолпірувілшикімат-3-фосфат синтази (*EPSPS*), виділеного зі штаму *CP 4 Agrobacterium tumefaciens* [3]. Гліфосат, активний інгредієнт *Roundup R*, є системним гербіцидом, який застосовується після появи сходів і потрапляє в рослину переважно через листя та м'які тканини стебла [4]. Він діє як конкурентний інгібітор *EPSPS* – життєво важливого ферменту біохімічного шляху шікімату, який бере участь у біосинтезі ароматичних амінокислот: фенілаланіну, тирозину та триптофану [5]. Інгібування ферменту *EPSPS* призводить до пригнічення росту й загибелі рослини [6].

Введений ген толерантності кодує бактеріальний варіант (з *CP 4* штаму *Agrobacterium tumefaciens*) цього ферменту, поширеного в рослинах, грибах і мікроорганізмах, нечутливого до гліфосату та задіяного в синтезі ароматичних амінокислот у рослинах [7]. Ген *EPSPS* перебуває під контролем конститутивного промотора з вірусу мозаїчності цвітної капусти (*Cauliflower Mosaic Virus – P-CaMV E35S*) і термінатора нопалін синтази (*nopaline synthase terminator – T-nos*) з *Agrobacterium tumefaciens* [8].

Послідовність *CTP 4*, виділена з *Petunia hybrida*, розташована зліва від 5' кінця гена *CP4EPSPS*, кодує хлоропласт-транзитний пептид (*Chloroplast Transit Peptide*), за допомогою якого знову синтезований фермент (*EPSPS*) імпортується в хлоропласти, де здійснюється метаболічний шлях шікімату і де розташовані ділянки, на які впливає гліфосат. Після того як сталася доставка ферменту, сигнальний пептид видаляється і швидко руйнується за допомогою специфічної протеази [9].

Таким чином, сучасні конструкції можуть мати в своїй структурі не тільки регуляторні елементи – промотор *35S* та *NOS*-термінатор, а й інші, які можуть не виявлятися звичайними тест-системами [10].

Слід відзначити, що останнім часом розширюється спектр специфічних ознак сої, які обумовлені спеціальними генетичними модифікаціями та впливають на її біохімічні властивості. Саме тому актуальним є питання ідентифікації ГМО не лише за загальноприйнятими регуляторними елементами, а й за специфічними генетичними конструкціями, причому бажано при одночасному виявленні.

*Мета роботи* – розроблення специфічних праймерів для одночасної ідентифікації регуляторних елементів і трансформаційної події *GTS 40-3-2* сої.

**Матеріали та методи.** Об'єкти дослідження: ДНК ГМ-сої та немодифікованої сої, ГМ-тютюну (*Nicotiana tabacum*) з геном інтерферону альфа-2b людини під контролем промотора 35S вірусу мозаїчності цвітної капусти та немодифікованого тютюну й плазмиди *pUC57*, яка містить модифікований ген *EPSPS Agrobacterium tumefaciens* із трансформаційною подією *GTS 40-3-2*. Виділення ДНК із сої та тютюну проведено загальноприйнятим методом із застосуванням системи, виготовленої "Укрметртестстандартом". Праймери власного дизайну для полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) синтезовано *Bioneer corporathion* (Південна Корея).

Чистоту та концентрацію виділеної ДНК визначено на спектрофотометрі *BioPhotometer* (Німеччина) за співвідношеннями A260 нм / A280 м і A260 м / A230 м. Для проведення ПЛР використано термостабільну *Taq* ДНК полімераза, відповідний десятикратний ПЛР-буфер з MgCl<sub>2</sub>, розчини чотирьох дезоксирибонуклеотидтрифосфатів в об'ємі, мкл: H<sub>2</sub>O – 8.5; 10x буфер з MgCl<sub>2</sub> 25 мМ – 2; *dNTP* 0.5 мМ – 2; *Taq*-полімераза – 0.5; праймер *IF* (10 пкМ/мкл) – 2.5; праймер *2R* (10 пкМ/мкл) – 2.5; проба ДНК – 2.

Ампліфікацію дослідних зразків проведено в термоциклері *GeneAmp PCR System 9600* за таких режимів: первинна денатурація ДНК за 95 °С протягом 2 хв; наступні 40 циклів склалися з етапу денатурації за 95 °С – 30 с, відпалу за 60 °С – 30 с, елонгації за 72 °С – 60 с; кінцева стадія елонгації за 72 °С – 5 хв.

Електрофорез ДНК проведено в 2-процентному агарозному гелі в трис-ацетат-ЕДТА буфері, який містив барвник бромистий етидій (*Wide Mini-Sub Cell GT System*). Для визначення ампліконів застосовано стандарт *GeneRuler 100bp plus DNA Ladder Thermo Scientific*.

**Результати дослідження.** На основі аналізу інформації щодо детекції та ідентифікації транскрипційних послідовностей ДНК в рослинному матеріалі, зокрема, сої, розроблено власний дизайн праймерів для одночасного ідентифікування ГМ-культур сої за вставками: 35S, NOS, видоспецифічним геном лектину, трансформаційної події *Roundup Ready Soybean GTS 40-3-2* та геном *CP4 EPSPS*. Розроблені пари праймерів фланкують фрагменти ДНК розмірами, п.н. – пари нуклеотидів: 103 п.н. – характерні для гена лектину; 183 п.н. – для гена *CP4 EPSPS*; 126 п.н. – для події *Roundup Ready Soybean GTS 40-3-2*; 263 п.н. – для

35S промотора; 126 п.н. – для NOS-термінатора. Характеристики розроблених пар праймерів підтверджено патентом на винахід № 111914 від 24.06.2016 [11].

*Ідентифікація сої за видоспецифічними генами лектину та CP4 EPSPS, промотором 35S і NOS-термінатором у зразках сої та тютюну.*

Для перевірки наявності гену лектину, гену CP4 EPSPS, промотора 35S та NOS-термінатора в ГМ-сої та в ГМ-тютюні проведено ПЛР і розділення отриманих ампліконів у 2-процентному агарозному гелі методом електрофорезу (рис. 1). Контролем слугували немодифікована соя та немодифікований тютюн.

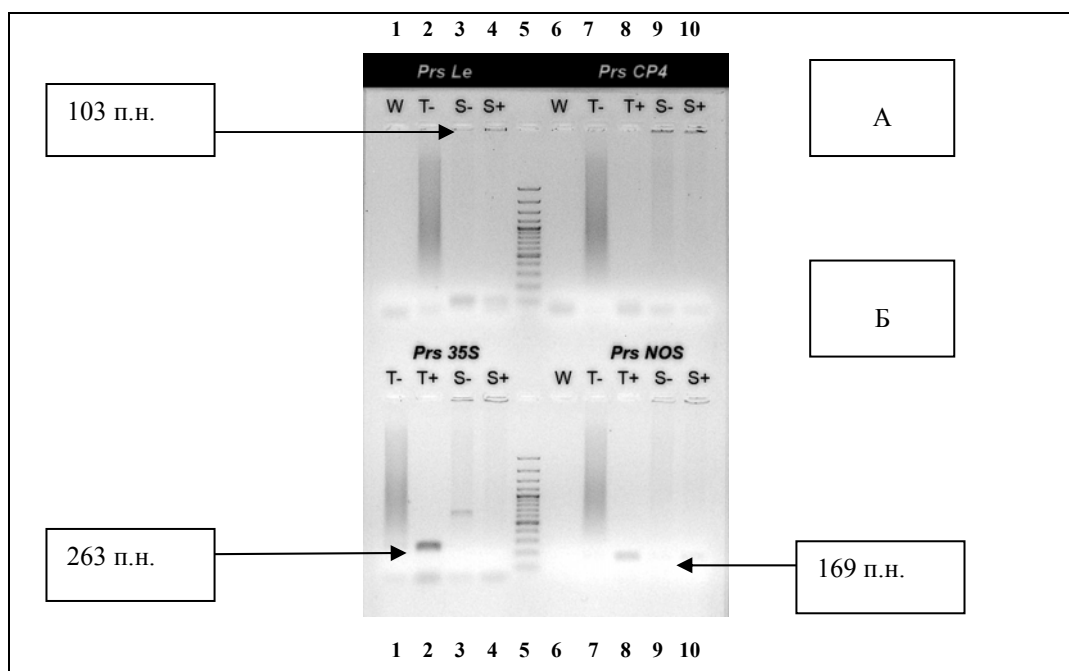


Рис. 1. Детекція ГМ-сої та ГМ-тютюну в зразках із використанням пар праймерів до гену лектину, гену CP4 EPSPS, 35S промотора та NOS-термінатора: Частина А: 1 – вода\*; 2 – тютюн; 3 – соя; 4 – ГМ-соя; 5 – GeneRuler 100 bp plus DNA Ladder; 6 – вода\*; 7 – тютюн; 8 – ГМ-тютюн; 9 – соя; 10 – ГМ-соя.

Частина Б: 1 – тютюн; 2 – ГМ-тютюн; 3 – соя; 4 – ГМ-соя; 5 – GeneRuler 100 bp plus DNA Ladder; 6 – вода\*; 7 – тютюн; 8 – ГМ-тютюн; 9 – соя; 10 – ГМ-соя.

\* Контроль якості реакційної суміші – методом ПЛР за відсутності матричної ДНК.

За попередніми розрахунками очікувані амплікони мали бути для гену лектину довжиною 103 п.н., CP4 EPSPS – 183 п.н., промотора 35S – 263 п.н., NOS-термінатора – 169 п.н.

Наявність на електрофореграмі (див. рис. 1, А) продуктів ампліфікації розміром 103 п.н., характерних для гену лектину, вказує, що в зразках сої під номером 3 і 4 міститься ДНК сої. Відсутність на електрофореграмі продуктів ампліфікації розміром 183 п.н., харак-

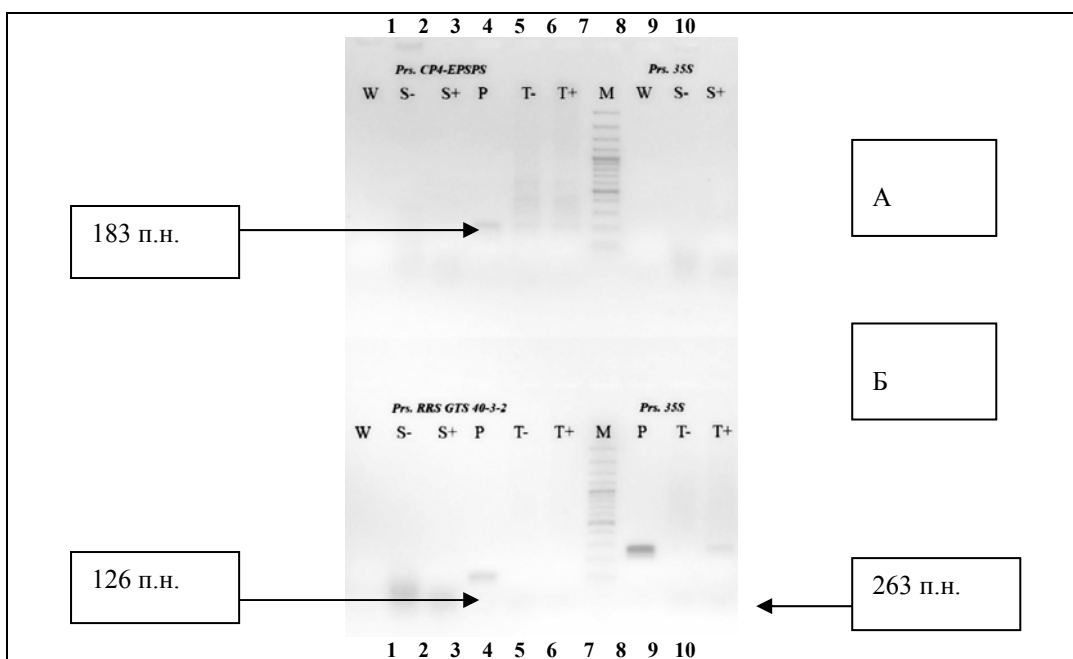
терних для гена *CP4 EPSPS*, дає змогу припустити, що у використаному матеріалі ГМ-тютюну (зразок 8) та ГМ-сої (зразок 10) не вдалося ідентифікувати шукану трансформаційну подію.

Установлено (див. *рис. 1, Б*), що референтний зразок тютюну під номером 2 містив продукт ампліфікації розміром 263 п.н. фрагменту ДНК, який відповідає промотору *35S*, та фрагмент ДНК 169 п.н. зразок 8, що відповідає *NOS*-термінатору. У сої виявлено лише продукт ампліфікації, що відповідає *NOS*-термінатору, зразок 10.

*Ідентифікація гена CP4 EPSPS, події Roundup Ready Soybean GTS 40-3-2 та промотора 35S у зразках сої, тютюну та плазміді pUC57.*

Оскільки в попередньому дослідженні не виявлено необхідний ампліфікований фрагмент 183 п.н. гена *CP4 EPSPS*, то проведено додаткові випробування із плазмідною *pUC57*, яка містить модифікований ген *EPSPS Agrobacterium tumefaciens*, ГМ-соєю та немодифікованою соєю, ГМ-тютюном і немодифікованим тютюном.

За розрахунком, очікуваний амплікон праймерів для трансформаційної події *RRS GTS 40-3-2* становив 126 п.н. (*рис. 2*).



*Рис. 2.* Детекція ГМ-сої, плазміді *pUC57* та ГМ-тютюну при використанні пари праймерів для гену *CP4-EPSPS*, специфічної події *RRS GTS 40-3-2* та *35S* промотора:

*Частина А:* 1 – вода\*; 2 – соя; 3 – ГМ-соя; 4 – плазмідна з геном *CP4-EPSPS*; 5 – тютюн; 6 – ГМ-тютюн; 7 – *GeneRuler 100 bp plus DNA Ladder*; 8 – вода\*; 9 – соя; 10 – ГМ-соя.

*Частина Б:* 1 – вода\*; 2 – соя; 3 – ГМ-соя; 4 – плазмідна з подією *RRS GTS 40-3-2*; 5 – тютюн; 6 – ГМ-тютюн; 7 – *GeneRuler 100 bp plus DNA Ladder*; 8 – Р (плазмідна); 9 – соя; 10 – ГМ-соя

\* Контроль якості реакційної суміші – методом ПЛР за відсутності матричної ДНК.

Після розділення отриманих ампліконів (див. *рис. 2, А*) на електрофореграмі виявлено характерні для гена *CP4 EPSPS* продукти ампліфікації розміром 183 п.н., що свідчило про наявність цього гена в референтному зразку плазміді *pUC57* під номером 4. У дослідних зразках ДНК сої (номери 2 та 3) цей фрагмент не виявлено, в зразках ДНК тютюну (номери 5 і 6) такий фрагмент наявний у слідових кількостях.

Наявність на електрофореграмі характерних продуктів ампліфікації розміром 126 п.н. (для специфічної події *RRS GTS 40-3-2*) підтверджує, що зразок плазміді *pUC57* під номером 4 в нижній частині знімка (див. *рис. 2, Б*) містив саме таку модифікацію.

Відсутність відповідних смуг для зразків ДНК сої та тютюну свідчить про специфічність цього амплікону.

Відсутність на електрофореграмі характерних для промотора *35S* продуктів ампліфікації розміром 263 п.н. у зразку сої номер 10 на верхній частині знімка (див. *рис. 2, А*) вказує, що в цьому зразку ГМ-сої не вдалося виявити промотор *35S*. Водночас продукти ампліфікації розміром 263 п.н. виявлено в референтному зразку плазміді *pUC57* під номером 8 та ГМ-тютюну, зразок номер 10 (див. *рис. 2, Б*).

Таким чином, розроблені пари праймерів для ідентифікації гена *CP4 EPSPS*, трансформаційної події *RRS GTS 40-3-2* та промотора *35S* є робочими й можуть застосовуватися для їх виявлення в різних рослинних організмах.

*Детекція ГМ-сої та ГМ-тютюну праймерами для гена лектину, гена CP4-EPSPS, специфічної події RRS GTS 40-3-2, промотора 35S та NOS-термінатора.*

Для вдосконалення аналізу роботи розробленої системи з одночасного визначення гена лектину, гена *CP4 EPSPS*, трансформаційної події *Roundup Ready Soybean GTS 40-3-2*, промотора *35S* і *NOS*-термінатора в зразках сої змінено умови ампліфікації, яку провели за 55 °С та підвищеної концентрації ДНК сої (*рис. 3*).

Наявність на електрофореграмі продуктів ампліфікації розміром 103 п.н., характерних для гена лектину, підтверджує, що в зразках 2 і 3 (зона А) міститься ДНК сої. Відсутність продуктів ампліфікації розміром 183 п.н., характерних для гена *CP4 EPSPS*, вказує, що у використаному матеріалі ГМ-сої (зразок 7) такий ген не виявлено.

Наявність на електрофореграмі продуктів ампліфікації розміром 126 п.н., характерних для специфічної трансформаційної події *RRS GTS 40-3-2*, уможливило припустити, що референтний зразок сої під номером 10 (див. *рис. 3, А*) містить модифіковану ДНК.

Показано, що референтний зразок тютюну під номером 5 (див. *рис. 3, Б*) містив продукти ампліфікації розміром 263 п.н., характерні для промотора *35S*, у той час як у зразку сої номер 3 промотор *35S* не виявлено.

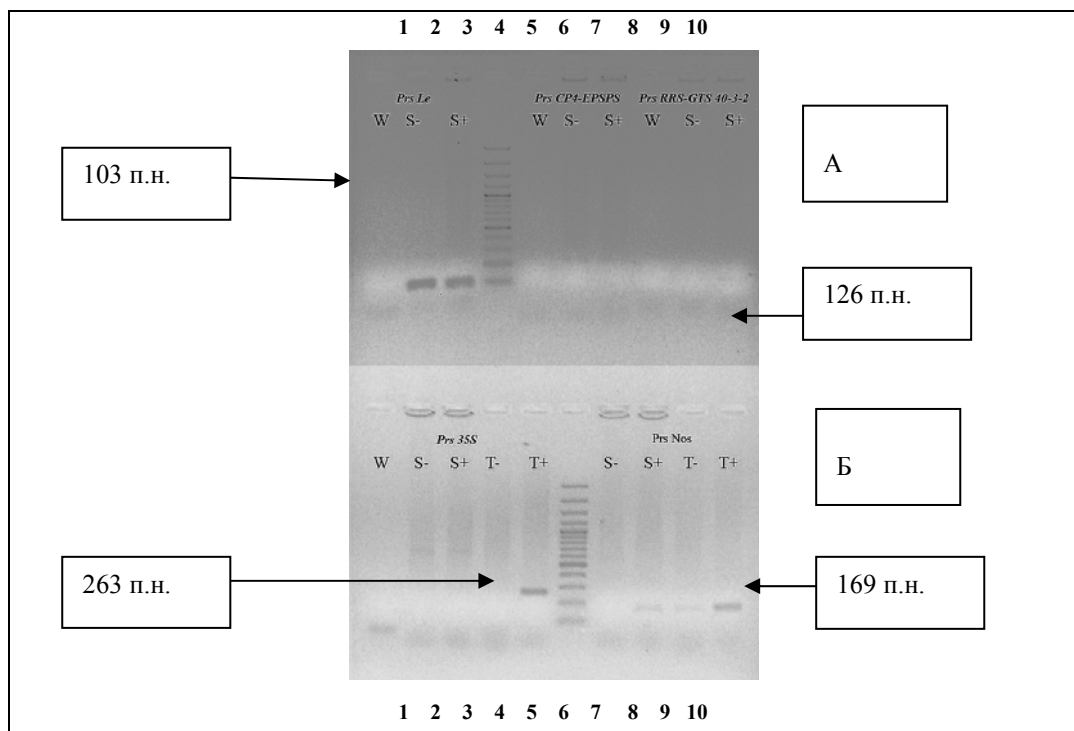


Рис. 3. Детекція ГМ-сої та ГМ-тютюну в зразках із праймерами для видоспецифічного гена лектину, *CP4-EPSPS*, специфічної події *RRS GTS 40-3-2*, промотора *35S* та *NOS*-термінатора:  
 Частина А: 1 – вода\*; 2 – соя; 3 – ГМ-соя; 4 – *GeneRuler 100bp plus DNA Ladder*; 5 – вода\*; 6 – соя; 7 – ГМ-соя; 8 – вода\*; 9 – соя; 10 – ГМ-соя.  
 Частина Б: 1 – вода\*; 2 – соя; 3 – ГМ-соя; 4 – тютюн; 5 – ГМ-тютюн; 6 – *GeneRuler 100bp plus DNA Ladder*; 7 – соя; 8 – ГМ-соя; 9 – тютюн; 10 – ГМ-тютюн.

\* Контроль якості реакційної суміші – методом ПЛР за відсутності матричної ДНК.

Наявність на електрофореграмі продуктів ампліфікації розміром 169 п.н., характерних для *NOS*-термінатора, вказує, що референтні зразки сої – номер 8, тютюну – номер 10 містять відповідну модифіковану ДНК (див. рис. 3, Б).

**Висновки.** Розроблена тест-система з праймерами до гена лектину, гена *CP4 EPSPS*, для визначення специфічної події *RRS GTS 40-3-2*, до промотора *35S* та *NOS*-термінатора уможливило одночасно виявляти генетичні модифікації сої, а також модифікації інших культур у випадку наявності в них означених конструкцій.

Показано, що виявлення трансформаційної події *GTS 40-3-2* у харчових продуктах не завжди співпадає з наявністю промотора *35S*.

Наявність *NOS*-термінатора у зразках, які показали відсутність події *GTS 40-3-2*, може свідчити про наявність інших ГМ конструкцій у їхньому складі або іншої трансформаційної події сої.

*Подяка. Колектив авторів висловлює подяку Ірині Герасименко, к. б. н., с. н. с. Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАНУ, та Тетяні Мудрак, н. с. відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції Інституту продовольчих ресурсів НААН, за наукову та технічну підтримку при виконанні роботи.*

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Economic impact assessment on the European GM authorisation "opt-out" proposal.* URL : <http://www.fefac.eu/files/64108.pdf> (Last accessed: 10.08.2016).
2. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. URL : <http://www.isaaa.org> (Last accessed: 10.08.2016).
3. Рішення Комісії від 3 квіт. 1996 р. до Директиви Ради 90/220/ЄС Про виведення на ринок генетично модифікованої сої (*Glycine max* L.) з підвищеною стійкістю до гербіциду гліфосату. URL : <http://www.ecolabel.org.ua/upload/perelik-es.pdf> (дата звернення: 10.08.2016. С. 50, п. 48).
4. *Duke S. O.* Herbicide Resistant Crops. New York : CRC Press, 1996. P. 1—10.
5. *Amrhein N., Schab J., Steinrucken H. C.* The mode of action of the herbicide glyphosate. *Naturwissenschaften.* 1980. Vol. 67. P. 356—357.
6. *Pesticide Fact Sheet: Glyphosate.* Office of Pesticide Programs, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA Publ. No. 540/FS-88-124. URL : <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/69870.pdf> (Last accessed: 01.08.2016).
7. *Кверчи М., Маццара М.* Характеристика сои *Roundup Ready R*, кукурузи MON810 и кукурузи Vt-176. Анализ образцов пищевых продуктов на присутствие генетически модифицированных организмов. Сессия 7. С. 1—21. URL : <http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/capacitybuilding/manuals/manual%20RUS/UM%20Rus-S7.pdf> (дата обращения: 10.07.2016).
8. *Пірко Я. В., Корховий В. І., Кашеваров Г. П., Комарницький І. К., Карпов П. А., Ємець А. І., Кучук М. В., Сорочинський Б. В., Блюм Я. Б.* Впровадження методів контролю генетично модифікованих компонентів у насіннєвому матеріалі сільськогосподарських культур та стандартизація їх нормативного забезпечення. *Наука та інновації.* 2009. Т. 5, № 2. С. 38—49.
9. *Блюм Я. Б., Банникова М. О., Карпов П. А., Комарницький І. К., Кучук М. В., Сорочинський Б. В.* Впровадження методів оцінки наявності та вмісту генетично модифікованих компонентів у продуктах харчування, кормах і парфюмерно-косметичних виробках. *Наука та інновації.* 2008. Т. 4, № 2. С. 40—48.
10. *Секан А. С., Сорочинський Б. В.* Сучасні методи молекулярного аналізу генетично модифікованих рослин. *Біотехнологія.* 2011. Т. 4, № 1. С. 106—114.
11. Спосіб виявлення генетично-модифікованої сої методом полімеразної ланцюгової реакції: пат. 111914 Україна: МПК C12N 15/11, C12Q 1/68, C12Q 1/04. № а201503073 ; заявл. 03.04.15 ; опубл. 24.06.16, Бюл. № 12. 58 с.

*Стаття надійшла до редакції 01.09.2016.*



*Sychevskiy M., Zhukova Y., Vakulenko M. Test system for the identification of soybean line GTS 40-3-2.*

**Background.** Currently about 34 transgenic soybean lines are registered in the world, among them 26 are resistant to herbicides, 5 to insecticides, 8 are modified to have new qualities, concerning fatty acid composition, resistance to antibiotics, presence of visual marker and other. All these transgenically modified lines of soybean are used as foodstuffs or food supplements.

As product properties are caused by specific genetic insertions, determination of GMOs should include not only identification of their overall regulatory elements, but at the same time of specific genetic constructions.

*The aim* of the study is to develop specific primers for the simultaneous identification of regulatory elements and transformational events of soybean GTS 40-3-2.

**Material and methods.** Objects of the study were as follows: *DNA* of genetically modified and unmodified soya, *DNA* of genetically modified and unmodified tobacco, *DNA* of plasmid *pUC57*, which contains modified gene *EPSPS* of *Agrobacterium tumefaciens* with transformation event *GTS 40-3-2*. *DNA* isolation from soybeans and tobacco were performed by "Ukrmetrteststandart" systems. Primers developed by the author were used for polymerase chain reaction

**Results.** Based on the analyzed information on the detection and identification of the transgene *DNA* sequence in plants material, in soya in particular, we have developed primers of own design for simultaneous identification of *GM* soybean inserts: *35S*, *NOS*, species-specific lectin gene, gene sequence of transformational event Roundup Ready Soybean *GTS 40-3-2* and *CP4 EPSPS* gene, which contains a complete copy of the enol pyruvylshykimat phosphate synthetase gene from soil bacterium *Agrobacterium sp.* strain *CP4*, transferred into the soy genome encoding the enzyme *EPSPS*, which determines resistance to the herbicide glyphosate. Pairs of primers obtained are flanking *DNA* fragments of the following sizes: 103 bp for lectin gene; 183 bp for *CP4 EPSPS* gene; 126 bp for the event Roundup Ready Soybean *GTS 40-3-2*; 263 bp for the *35S* promoter and 126 bp for *NOS*-terminator. To identify the *CP4 EPSPS* gene in genetically modified and unmodified soy, in genetically modified and unmodified tobacco, and in plasmid *pUC57*, which contains the modified *EPSPS* gene of *Agrobacterium tumefaciens*, *PCR* analysis has been carried out with subsequent separation of the amplicon obtained by electrophoresis on 2 % agarose gel. The expected lengths of amplification products obtained at 60 °C, correspond to the primers applied: lectin gene – 103 bp, *CP4 EPSPS* – 183 bp, *35S* promoter – 263 bp and *NOS*-terminator – 169 bp.

**Conclusion.** The developed primers for the gene lectin, the gene *CP4 EPSPS*, the specific event *RRS GTS 40-3-2*, for the promoter *35S* and *NOS*-terminator could be used for the simultaneous detection of genetic modifications of soybean and the modifications in other crops if they contain aforementioned structures. It is shown that identifying of the transformational event *GTS 40-3-2* in food does not always coincide with the presence of *35S* promoter. The presence of *NOS*-terminator in samples that showed a lack of event *GTS 40-3-2*, may indicate the presence of other *GM* designs or other transformational event soybeans in their composition.

*Keywords:* *GMO* transformational event *GTS 40-3-2*, primers, *35S* promoter, *NOS*-terminator.

## REFERENCES

1. *Economic* impact assessment on the European *GM* authorisation "opt-out" proposal. URL : <http://www.fefac.eu/files/64108.pdf> (Last accessed: 10.08.2016).

2. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. URL : <http://www.isaaa.org> (Last accessed: 10.08.2016).
3. Rishennja Komisii' vid 3 kvit. 1996 r. do Dyrektyvy Rady 90/220/JeC Pro vyvedennja na rynek genetychno modyfikovanoi' soi' (Glycine max L.) z pidvyshheniju stijkistju do gerbicydu glifosatu. URL : <http://www.ecolabel.org.ua/upload/perelik-es.pdf> (data zvernennja: 10.08.2016. S. 50, p. 48).
4. Duke S. O. Herbicide Resistant Crops. New York : CRC Press, 1996. P. 1—10.
5. Amrhein N., Schab J., Steinrucken H. C. The mode of action of the herbicide glyphosate. *Naturwissenschaften*. 1980. Vol. 67. P. 356—357.
6. Pesticide Fact Sheet: Glyphosate. Office of Pesticide Programs, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA Publ. No. 540/FS-88-124. URL : <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/69870.pdf> (Last accessed: 01.08.2016).
7. Kverchi M., Maccara M. Charakteristika soi Roundup Ready R, kukuruzy MON810 i kukuruzy Bt-176. Analiz obrazcov pishhevych produktov na prisutstvie geneticheski modifirovannyh organizmov. Sessija 7. S. 1—21. URL : <http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/capacitybuilding/manuals/manual%20RUS/UM%20Rus-S7.pdf> (data obrashhenija: 10.07.2016).
8. Pirko Ja. V., Korhovyj V. I., Kashevarov G. P., Komarnyc'kyj I. K., Karpov P. A., Jemec' A. I., Kuchuk M. V., Sorochyns'kyj B. V., Bljum Ja. B. Vprovadzhennja metodiv kontrolju genetychno modyfikovanyh komponentiv u nasinnjevomu materiali sil'skogospodars'kyh kul'tur ta standartyzacija i'h normatyvnoho zabezpechennja. *Nauka ta innovacii'*. 2009. T. 5, № 2. S. 38—49.
9. Bljum Ja. B., Bannykova M. O., Karpov P. A., Komarnyc'kyj I. K., Kuchuk M. V., Sorochyns'kyj B. V. Vprovadzhennja metodiv ocinky najavnosti ta vmistu genetychno modyfikovanyh komponentiv u produktah harchuvannja, kormah i parfjumerno-kosmetychnyh vyrobah. *Nauka ta innovacii'*. 2008. T. 4, № 2. S. 40—48.
10. Sekan A. S., Sorochyns'kyj B. V. Suchasni metody molekularnogo analizu genetychno modyfikovanyh roslyn. *Biotehnologija*. 2011. T. 4, № 1. S. 106—114.
11. Sposib vyjavlennja genetychno-modyfikovanoi' soi' metodom polimeraznoi' lancjugovoi' reakcii': pat. 111914 Ukrai'na: MPK C12N 15/11, C12Q 1/68, C12Q 1/04. № a201503073 ; zajavl. 03.04.15 ; opubl. 24.06.16, Bjul. № 12. 58 s.