

6. Сирацький І.З., Меркушин В.В., Костенко А.И., Евтух И.С., Шапирко В.В., Романенко Л.И. Изучение биологических особенностей приспособленности животных к условиям содержания и эксплуатации путем нахождения индекса адаптации // Вісник аграрної науки. – 1994. – №2. – С. 46–52.
7. Толманов А.А., Катмаков П.С., Гавриленко В.П. Продуктивное долголетие коров – важный селекционный признак // Зоотехния. – 1998. – № 11. – С. 2-3.
8. Хмельничий Л.М. Оцінка екстер'єру тварин в системі селекції молочної худоби. Монографія. – Суми: ВВП «Мрія»-1»ТОВ, 2007, 260с.
9. Lee C.N., Cook D.L. and al. Induction of persistent ovarian follicular structures following of estrus in dairy cattle // J. Dairy Sci., 1988, V.71, N 12, p. 3505-3508.

Анализ воспроизводительной способности коров голштинской породы в Условиях Лесостепи Украины показал, что период стельности (283 дня) и сухостойный период (172 дня) находятся в пределах физиологической нормы, а длительность сервис-периода (171 день) и межотельного периода (451 день) превышает желаемую и рекомендуемую практикой и наукой длительность на 70-80 дней.

Ключевые слова: корова, порода, молочная продуктивность, воспроизводительная способность, стельность, сервис-период, отел.

The characteristic reproductive capacity of Golshtyn breed cows Forest-stepping conditions is educated. The index of reproductive capacity, separately, the durability periods of gestation (283 days) and dry-stall (172 days) are within the limits of physiological norm is determined. The durability of service-period (171 days) and inter-in-calf period (454 days) are predominating over (70-80 days) practical and science recommended is signified.

Key words: cow, breed, milk productivity, reproductiviti capacity, pregnancy, service period, calving

Дата надходження в редакцію: 14.12.2012 р.
Рецензент: д.с.г.н., професор Г.П.Котенджи

УДК 577.2:575:57.08:658.562

МОНІТОРІНГ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИРОВИНИ НА НАЯВНІСТЬ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ ЛІНІЇ GTS 40-3-2

Р. В. Облап, к.б.н., ДП «Укрметртестстандарт»

Т. М. Димань, д.с.-г.н., професор, Білоцерківський національний аграрний університет

Н. Б. Новак, к.с.-г.н., ДП «Укрметртестстандарт»

В. К. Семенович, ДП «Укрметртестстандарт»

Розроблено тест-систему для ідентифікації та кількісного визначення генетично модифікованої сої лінії GTS 40-3-2 за трансформаційною подією методом полімеразної ланцюгової реакції в режимі реального часу. За допомогою розробленої системи у 2007-2011 рр. проведено моніторинг харчових продуктів та продовольчої сировини на наявність генетично модифікованої сої. Отримані результати свідчать про доцільність контролю харчової продукції на вміст генетично модифікованих складових.

Ключові слова: генетично модифіковані організми, полімеразна ланцюгова реакція, соя лінії GTS 40-3-2, харчові продукти та продовольча сировина.

Постановка проблеми. Сучасна наука, зокрема біотехнологія, демонструє величезні досягнення у різних сферах діяльності людини. На сьогодні одним із напрямків біотехнологій, що найбільш інтенсивно розвивається, є створення генетично модифікованих сільськогосподарських культур. Генетично модифіковані організми (ГМО) активно залучаються до вирішення найрізноманітніших проблем, зокрема покращенню якості вже існуючих сортів рослин, захисту від шкідників, направленою синтезу фармакологічних препаратів, очищенню навколишнього середовища від хімічних забруднювачів і т.ін [1].

Генетично модифіковані рослини поступово стають реаліями нашого життя. Вперше їх почали

вирощувати у 1996 році і відтоді спостерігається постійна тенденція щодо зростання посівних площ, які відведено під біотехнологічні культури. Так, за даними міжнародної служби ISAAA [2], за 16 років розвитку біотехнологій, у аграрному секторі світові площі, зайняті під ГМ-культури, зросли з 1,7 млн. га до 160 млн. га та у теперішній час представлені у 29 країнах світу. За посівними площами найбільш поширеними біотехнологічними культурами є соя (3/4 з 100 млн. га сої в усьому світі), бавовник (майже 1/2 з 33 млн. га бавовнику в усьому світі), кукурудза (1/4 зі 158 млн. га) та ріпак (більше 1/5 з 31 млн. га).

Однак незважаючи на багатообіцяючі перспективи впровадження сучасних технологій у

практику сільського господарства, існує й цілий ряд побоювань щодо безпеки використання ГМО. Тому у суспільстві існує чітко визначена думка стосовно необхідності державного регулювання використання ГМО та маркування продукції, яка вироблена із сировини біотехнологічного походження. У зв'язку з цим в Україні, як і в ряді інших держав, існує нормативна база щодо обігу ГМО, яка передбачає реєстрацію ліній трансгенних рослин, оцінювання їхньої безпеки, а також пост-реєстраційний моніторинг [3-5].

Визначення присутності ГМО в продуктах харчування і продовольчій сировині та пост-реєстраційний моніторинг обігу ГМ культур потребує розроблення вискоєфективних методів детектування, ідентифікації та кількісного аналізу ГМ продукції. Незважаючи на значні успіхи, яких досягнуто у цьому напрямку, досить актуальними залишаються питання розробки вітчизняних конкурентоздатних діагностикумів, валідації з конкретними об'єктами і приладами, а також апробація різних модифікацій і визначення їх місця у системі скринінгового чи кількісного аналізу.

Метою роботи було розроблення вітчизняної тест-системи для якісного та кількісного визначення генетично модифікованої сої лінії GTS 40-3-2 та моніторинг її наявності в продуктах харчування та продовольчій сировині.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у лабораторії молекулярно-генетичних досліджень науково-дослідного центру випробувань продукції ДП «Укрметртестстандарт», яка акредитована Національним агентством акредитації України на компетентність відповідно до вимог ДСТУ ISO / IEC 17025-21.

Матеріалом для виділення геномної ДНК слугували стандартні референтні зразки сої лінії GTS 40-3-2 [6], продукти харчування та сировина. ДНК виділяли методом СТАБ-преципітації із власними модифікаціями. Концентрацію та чистоту виділеної нуклеїнової кислоти визначали методом спектрофотометрії за довжини хвилі $\lambda=260$ нм [7].

При розробці ПЛР-системи у режимі реального часу для кількісного визначення сої лінії GTS 40-3-2, було використано технологію *TaqMan* [8]. ПЛР-ампліфікацію проводили за допомогою приладів iQCyler (BioRad, Франція) та CFX96 (BioRad, США). Реакційна суміш об'ємом 25 мкл містила 2 мкл ДНК, 10 мМ Трис-HCl (pH 8,3), 50 мМ KCl, 2,5 мМ MgCl₂, 0,2 мМ дНТФ суміші, 5 пкМ кожного з праймерів, 2,5 пкМ зонду та 1 од. Taq-полімерази. Олігонуклеотидні зонди були мічені флуоресцентними барвниками FAM, JOE, ROX та гасниками флуоресценції BHQ1 і BHQ2. Температурний режим складався з початкової денатурації упродовж 3 хв за 95 °С та наступних 45 циклів: денатурації – 15 сек за 95 °С, відпалу праймерів та синтезу – 40 сек за 60 °С. Флуоресцентний сигнал вимірювали по закінченню стадії від-

палу праймерів та синтезу у кожному циклі ампліфікації.

Для виготовлення тест-систем використовували реагенти фірм "Sigma", "Fluka" (США), "Fermentas" (Литва) та "Синтол" (Росія).

Межа чутливості розробленої системи визначалась за допомогою абсолютного кількісного аналізу. В якості абсолютних стандартів використовували плазмідну ДНК (pGEM-T) з клонованими ПЛР-фрагментами гену лектину сої (Lec) та послідовності трансформаційної події, яка притаманна сої лінії GTS 40-3-2 [6,7]. Кількісне визначення ГМО проводили шляхом побудови калібрувальної кривої за п'яти стандартними зразками, що містили сою лінії GTS 40-3-2 в кількостях 0.1, 0.5, 1, 2 та 5% [9].

Результати досліджень та їх обговорення.

Термін "генетично модифіковані організми" було введено для опису організмів, генетичний матеріал (ДНК) яких змінено не існуючим у природі шляхом. На сьогоднішній день ГМО, які вивільнені на світовий ринок, характеризуються насамперед такими ознаками як стійкістю до гербіцидів, вірусів та грибною інфекції, стійкістю до комах, чоловічою стерильністю або відновленням фертильності та зміною біосинтезу крохмалю.

У багатьох країнах світу використання ГМ-технологій з наступним вивільненням ГМО в навколишнє середовище, їхнє використання в сільському господарстві та при виробництві продуктів харчування, є строго регламентованим. У 2002 році Україна приєдналася до Картахенського протоколу про біобезпеку до Конвенції про біорізноманіття [10] і цим засвідчила свою позицію щодо підтримки нею необхідності застосування скоординованих заходів задля забезпечення належного рівня захисту в галузі використання сучасних біотехнологій і зокрема ГМО. Повноцінне виконання міжнародних зобов'язань в рамках Картахенського протоколу потребує наявності відповідних законів та визначення довгострокових механізмів їхньої реалізації. На сьогоднішній день в Україні діє низка законодавчих актів, які регулюють обіг, транскордонні переміщення, обробку та використання ГМ-культур [5]. Зрозуміло, що проведення належного рівня моніторингу ГМО не є можливим без наявності відповідних аналітичних методів аналізу. Тому зрозуміло, що розробці сучасних високочутливих діагностикумів вітчизняного виробництва приділяється дуже велика увага.

Соя - найцінніша білково-олійна культура, яка розповсюджена на всіх континентах. Вона посідає четверте місце за обсягами виробництва у світі серед сільськогосподарських культур (після пшениці, кукурудзи та рису) і перше місце за посівними площами серед зернобобових. За період з початку 50-х років минулого сторіччя й до сьогоднішнього дня посівні площі під даною культурою зросли з 16,0 до 100,0 млн. га. До найбі-

льших виробників сої сьогодні можна віднести США (83,2 млн. т, 33% світового виробництва), Бразилію (72 млн. т, 29%), Аргентину (48 млн. т, 19%), Китай (13,5 млн. т, 5%) та Індію (11 млн. т, 4%). У Європі зосереджено лише близько 400 тис. га посівних площ сої. Що стосується України, то протягом останніх років посівні площі під цією культурою зросли більше ніж у 2 рази (з 558,5 тис. га у 2008/09 до 1,13 млн. га в 2011/12), а виробництво збільшилось майже втричі, досягнувши 2,26 млн. т. [11-14].

Подібні тенденції спостерігаються і відносно біотехнологічної сої. Так у 2011 році гербіцидостійка соя (Roundup Ready, RR) займала 47% (75,4 млн. га) усіх посівних площ, відведених під біотехнологічні культури та вирощувалась у 11 країнах світу. Найбільші площі RR сої зафіксовано у США (29,2 млн. га), Аргентині (19,2 млн. га) та Бразилії (20,6 млн. га) [15].

Трансгенна соя лінії GTS 40-3-2 (Roundup Ready) була розроблена фірмою Monsanto Canada Inc. Створення цієї лінії засновано на технології рекомбінантних ДНК та здійснено шляхом введення гену толерантної до гліфосату форми ферменту 5-енолпірувілшикімат-3-фосфатсинтази (EPSPS), виділеного зі штаму CP4 *Agrobacterium tumefaciens* [15]. Гліфосат є активним інгредієнтом гербіциду Roundup^R тому його можна використовувати як альтернативну систему боротьби з бур'янами при промисловому вирощуванні RR сої.

США стала першою країною, в якій з 1994 р. стали вирощувати та використовувати сою GTS 40-3-2. На сьогодні близько 20 країн світу імпортують RR сою для промислової переробки та отримання продуктів, які б виключали її проростання, а саме - корму для тварин, харчових продуктів та інших виробів, що містять окремі фракції сої. Що стосується України, то як відомо з неофіційних джерел, протягом 90-х років сюди не санкціоновано завозилась RR соя, яка досить успішно вирощувалась на півдні країни. Оскільки на сьогодні законодавством України заборонено вирощування та обіг будь яких трансгенних культур, постало питання негайної розробки системи детектування ГМ сільськогосподарських культур, зокрема сої лінії GTS 40-3-2.

Тест-систему для визначення сої лінії GTS 40-3-2 було розроблено в двох виконаннях: «Соя лінія GTS 40-3-2 (ГМ ідентифікація)» та «Соя лінія GTS 40-3-2 (ГМ кількість)». Розроблена система є мультилокусною, оскільки уможливіє проведення двох незалежних реакцій в одній пробірці. Одна реакція направлена на виявлення лінії-специфічної ділянки, що охоплює місце з'єднання ГМ-конструкту та ДНК рослини, друга - фрагменту гена лектину (*Lec*) соєвих бобів як ендогенного видоспецифічного контролю проходження ПЛР реакції. Перебіг кожної з двох реакцій детектується за допомогою специфічного зонду, міченого заданим флуоресцентним барвником.

Для виявлення лінії-специфічної ДНК використовували зонд, мічений барвником ROX, для фрагменту гена *Lec* - JOE [16].

Оцінювання ефективності роботи тест-системи, а саме специфічність, чутливість, межу детектування, повторюваність та відтворюваність результатів аналізу проводили відповідно до вимог Об'єднаного Центру досліджень ГМО (JRC, EC) з використанням сертифікованих референтних зразків Бельгійського інституту контрольних матеріалів і методів (IRMM, EC). Для кожного зразка ДНК екстрагували у двох повторностях, кожен випробувальний зразок аналізувався у двох повторностях, стандартні зразки - у трьох повторностях.

Оптимізацію умов ампліфікації проводили за такими параметрами, як температура відпалу праймерів, концентрація MgCl₂, концентрація та співвідношення праймерів і зондів. Оптимальна температура, за якої підібрані нами праймери найбільш ефективно працювали, складала 60°C. Із чотирьох обраних концентрацій MgCl₂ (1,5, 2, 2,5, та 3 мМ) найкращі результати було отримано за концентрації 2,5 мМ. Проведення серії реакцій з різними комбінаціями концентрацій праймерів і зондів у межах від 2 до 20 пкМ уможливило досягнення мінімальної величини Ст і максимального значення ΔRn за постійної концентрації матриці-мішені. Оптимальне значення концентрації складало 10 пкМ для праймерів та 5 пкМ для зондів.

Експериментальне визначення специфічності проводили шляхом тестування таких видів зразків як: рис (*Oryza sativa*), жито (*Secale cereale*), пшениця (*Triticum aestivum*), ячмінь (*Hordeum vulgare*), овес (*Avena sativa*), гречка (*Fagopyrum esculentum*), помідори (*Lycopersicon esculentum*), картопля (*Solanum tuberosum*), ріпак (*Brassica napus*), кукурудза (*Zea mays*), лосось (*Salmo salar*), яловичина (*Bos taurus*), свинина (*Sus domesticus*), людина (*Homo sapiens*). Також було перевірено ГМ лінії ріпаку RT73, та кукурудзи: Bt176, Bt11, Mon810, Nk603, Ga21, T25, Mir604. Перехресних реакцій при цьому виявлено не було.

Межу чутливості розробленої тест-системи визначали шляхом приготування серії розведень абсолютних стандартів. Отримані розведення містили 10⁹, 10⁸, 10⁶, 10³, 10² і 10¹ копій плазмідної ДНК. На підставі отриманих результатів було встановлено, що межа чутливості цього методу для трансформаційної події та ендогенного контролю становить близько 20 копій ДНК-мішені. Отримані результати відповідають вимогам ДСТУ ISO 21570:2008 [9].

Кількісне визначення засновано на розрахунку відношення кількості генетично-модифікованої ДНК до загальної кількості ДНК аналізованої ГМ рослини, виражене у відсотках. Тому для проведення кількісного аналізу будова-

ли калібрувальний графік за стандартними зразками, що містили 0,1, 0,5, 1, 2 і 5% ГМ сої лінії GTS 40-3-2. Для цього кількість генетично-модифікованого матеріалу нормалізували до кількості рослинного матеріалу для отримання величини ΔCt ($\Delta Ct = Ct_{ROX} - Ct_{JOE}$). За значеннями ΔCt стандартних зразків будували калібрувальну криву - графік залежності ΔCt від \log концентрації стандартних зразків. Відносно цієї кривої визначали абсолютні значення досліджуваних зразків, за величинами їх ΔCt .

З 2007 року в лабораторії ведеться контроль за вмістом ГМО у продуктах харчування та продовольчій сировині рослинного походження (табл.1). Так в 2007 році було проаналізовано 413 зразків. ГМ інгредієнти було виявлено в 22% випадків (90 зразків). ГМ соя лінії GTS 40-3-2 була виявлена у 69 зразках, 51 з яких являли собою продукти харчування, 18 - сировину. У 38 зразках вміст ГМО перевищував 0.9%. У 2008 році було проаналізовано вже 1227 зразків. ГМО було виявлено у 8% випадків, як в продуктах харчування (21), так і в продовольчій сировині (76). При цьому соя GTS 40-3-2 - у 18 зразках продуктів харчування і 30 – у зразках сировини. У 20 зразках її вміст перевищував 0.9%.

У 2009 році після прийняття Постанови Кабі-

нету Міністрів України № 468 "Про затвердження порядку маркування продуктів, що містять ГМО ...", кількість зразків різко збільшилась. Однак серед 2126 проаналізованих зразків, ГМО було виявлено лише в 5% випадків (107). При цьому соя GTS 40-3-2 була присутня у 12 із 17 зразків продуктів харчування та у 38 з 90 зразків сировини, що містили ГМО. У 36 зразках вміст ГМО перевищував 0.9%. Схожу ситуацію спостерігали у 2010 році. З 2570 проаналізованих зразків ГМО було виявлено у 8% випадків (204). Соя GTS 40-3-2 знаходилась у 66 з 71 зразка продуктів харчування та у 79 з 133 зразків сировини, що містили ГМО. У 39 зразках вміст перевищував 0.9%.

Масові перевірки продуктів харчування, і насамперед, сировини, з якої вони виробляються, у масштабах всієї країни та підвищена увага суспільства до цього питання не могли не дати своїх плодів. Так у 2011 році ГМО було виявлено у 59 з 1866 досліджених зразків, що склало лише 3%. При цьому жоден з перевірених зразків продуктів харчування вже не містив у своєму складі ГМО. Усі ГМ-позитивні зразки являли собою сировину, 32 з яких містили у своєму складі сою GTS 40-3-2. У 26 зразках вміст перевищував 0.9%. Подібна ж тенденція зберігається і у поточному році.

Таблиця 1. Моніторинг продуктів харчування та продовольчої сировини на вміст ГМО

Рік	Кількість зразків	Виявлено ГМО	Харчові продукти		Сировина		GTS40-3-2 >0.9%
			ГМО	GTS40-3-2	ГМО	GTS40-3-2	
2007	413	90 (22%)	64	51	26	18	38
2008	1177	97 (8%)	21	18	76	30	20
2009	2126	107 (5%)	17	12	90	38	36
2010	2570	204 (8%)	71	66	133	79	39
2011	1866	59 (3%)	3	0	56	32	26

Висновки. Таким чином, нами було розроблено вітчизняну діагностичну тест-систему на основі методу ПЛР у режимі реального часу, яка дає змогу ідентифікувати генетично модифіковану сою лінії GTS 40-3-2 за трансформаційною подією та визначати її кількість у продовольчій сировині та харчових продуктах.

Розроблена тест-система за своїми характеристиками відповідає всім вимогам міжнародних стандартів щодо проведення ПЛР-аналізу для визначення якісного та кількісного вмісту ГМО в харчових продуктах та продовольчій сировині. Тест-систему адаптовано під більшість приладів (Bio-Rad, Applied Biosystems, Corbett Research, Синтол, ДНК-технологія), якими обладнано діагностичні лабораторії України. Розроблений система значно дешевша порівняно з тест-системами, присутніми нині на українському ринку.

Моніторинг харчових продуктів та продоволь-

чої сировини, проведений протягом п'яти років, виявив присутність в Україні біотехнологічних культур, зокрема ГМ сої. Питання що до того, яким чином ГМ сировина потрапляє на Український ринок, залишається відкритим. Частково це результат неконтрольованого ввезення ГМ насіння у недалекому минулому, коли в країні була відсутня законодавча база щодо обігу ГМ культур. Про це засвідчує той факт, що більшість виявленого ГМ-позитивного насінневого матеріалу містило ГМО в кількостях, які не перевищували 0.9%. Частково це продукти переробки соєвих бобів, які потрапляли з США та країн Латинської Америки. Але в будь-якому випадку за останні декілька років ситуація кардинально змінилась. На сьогодні ГМ інгредієнти майже відсутні в продуктах харчування, а сільськогосподарська сировина рослинного походження ретельно перевіряється в більш ніж 30 лабораторіях України.

Список використаної літератури:

1. Генетично модифіковані рослини / Б.В. Сорочинський, О.О. Данильченко, Г.В. Кріпка; – К.: Фітосоціцентр. – 2005. – 204 с.

2. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp>, офіційний сайт міжнародної служби з комерційного застосування агробіотехнологічних культур (ISAAA).
3. Ермишин А.П. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика / А.П. Ермишин и др.; под ред. А.П. Ермишина. – Мн.: Тэхналогія, 2005. – 430 с.
4. <http://www.biodiv.org/biosafety/>, официальный сайт Картахенского протокола о биобезопасности: международный документ, регулирующий торговлю генетически модифицированными организмами и оценку их влияния на биоразнообразии и здоровье людей.
5. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/main/index>, офіційний веб-портал Верховної Ради України, сайт "Законодавство України".
6. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їхнім вмістом. Якісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти / ДСТУ ISO 21569:2008. – Київ: Держспоживстандарт України. – 2009. – 48 с.
7. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їхнім вмістом. Екстрагування нуклеїнової кислоти. / ДСТУ ISO 21571:2008. – Київ: Держспоживстандарт України. – 2009. – 31 с.
8. ПЦР в реальном времени / Д.В. Ребриков, Г.А. Саматов, Д.Ю. Трофимов и др.; под редакцией Д.В. Ребрикова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – 223 с.
9. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їхнім вмістом. Кількісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти. / ДСТУ ISO 21570:2008. – Київ: Держспоживстандарт України. – 2009. – 70 с.
10. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/152-15>, офіційний веб-портал Верховної Ради України, сайт "Законодавство України".
11. <http://www.mvo.nl/LinkClick.aspx?fileticket=dZc7cde2b5s%3D&tabid=756&mid=4234&>, Product Board MVO. Fact sheet Soy 2011.
12. <http://faostat.fao.org>, FAO, Statistics Division (FAOSTAT).
13. Patrick L.J. Baseline information on agricultural practices in the EU Soybean (Glycine max (L.) Merr.) / EuropaBio. –Brussels, Belgium: Rudelsheim & Greet Smets Perseus BVBA, 2012. – 42 p.
14. Рослинництво України. Статистичний збірник. – К.: Державний комітет статистики України, 2011. – 99 с.
15. James Clive. Global Status of Commercialized Biotech / GM Crops: 2011. ISAAA Brief №43. – Ithaca, New York: ISAAA, 2011. – 36 p.
16. «Тест-системи для визначення якісного та кількісного вмісту генетично модифікованих організмів (ГМО) рослинного походження в харчових продуктах. Технічні умови» / ТУ У 24.6-02568182-001:2011. – Київ: ДП «Укрметртестстандарт». – 2012. – 52 с.

Разработана тест-система для идентификации и количественного определения генетически модифицированной сои линии GTS 40-3-2 по трансформационному событию методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени. С помощью разработанной системы в 2007-2011 гг. проведен мониторинг пищевых продуктов и продовольственного сырья на наличие генетически модифицированной сои. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности контроля пищевой продукции на содержание генетически модифицированных компонентов.

Ключевые слова: генетически модифицированные организмы, полимеразная цепная реакция, соя линия GTS 40-3-2, пищевые продукты и продовольственное сырье.

The test-system for the qualitative and quantitative detection of genetically modified soybean of line GTS 40-3-2 by transformative event by polymerase chain reaction in real time was developed. In 2007-2011 monitoring of foodstuffs and raw material for genetic modified soybean presence was performed. Obtained results showed the suitability of the measures taken. And such a measures should be taken in future indeed.

Key words: genetically modified organisms, polymerase chain reaction, soybean line GTS 40-3-2, raw material, foodstuffs.

Дата надходження в редакцію: 11.12.2012 р.

Рецензент: д.с.г.н., професор Ю.В.Бондаренко