

УДК 604.6:582.683.2+601.4:577.21+608.3+632.954

## **ВИЯВЛЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН РІПАКУ, СТІЙКИХ ДО ГЕРБІЦИДІВ**

Б.В. МОРГУН, О.В. СТЕПАНЕНКО, А.І. СТЕПАНЕНКО, А.М. ТАРАНЕНКО,  
М.В. КУЧУК

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України  
Україна, 03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 148  
e-mail: molgen@icbge.org.ua

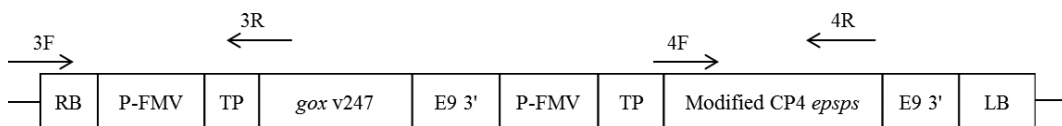
**Мета.** Несанкціоноване занесення трансгенних рослин на територію України є важливою проблемою, яка потребує детального аналізу і вирішення. З метою визначення ступеня забрудненості сортового матеріалу Київської області чужорідним генетичним матеріалом було проведено моніторинг насіння ріпаку. **Методи.** 270 зразків насіння було вивчено у фізіологічних досліджах. Відібрані зразки проаналізовані за допомогою молекулярно-генетичних методів. **Результати.** Серед вибірки виявлено один зразок, стійкий до дії гербіциду на основі гліфосату, і один – до гербіциду, діючою речовиною якого є глюфосинат амонію. Детальне вивчення відібраних зразків методом ПЛР підтвердило наявність трансгенів *CP4 epsps* та *bar*, які відповідають за дані види стійкості. В одному зі зразків було виявлено трансформаційну подію GT73 компанії Монсанто, яка і характеризується стійкістю до гліфосату. **Висновки.** Отримані дані дозволяють припустити наявність неконтрольованого переміщення генетично модифікованих рослин ріпаку на територію України.

**Ключові слова:** *Brassica napus*, гліфосат, гербіцид «Ураган Форте 500 SL в.р.к.» Syngenta, гербіцид «Баста» Bayer CropScience, ГМО.

**Вступ.** Ріпак – одна із найважливіших сільськогосподарських культур у світі. Ріпакову олію використовують у різноманітних галузях народного господарства (харчовій, фармацевтичній, металургійній) та паливно-енергетичному комплексі. Виробництво біопалива з ріпакової олії є перспективним підходом до вирішення енергетичних проблем людства. Посівні площі ріпаку у світі на 2011 рік склали 33 645 342 га і 832 700 га із них були розміщені на території України [1].

Особливу увагу в сучасних дослідженнях приділяють питанням покращення високопродуктивних сортів ріпаку методами генетичної інженерії. На сьогодні зареєстровано 30 комерційних ліній трансгенного ріпаку, які займають 30 % загальної площі посівів даної культури і вирощуються у США, Канаді, Австралії, Чилі, Мексиці, Японії, Китаї, ЄС, Австралії, Філіппінах, Південній Кореї [2]. Створення біотехнологічних рослин ріпаку суттєво розширює можливості використання ріпакової олії для отримання екологічно чистого палива. Однак постає актуальна проблема моніторингу сортового матеріалу ріпаку, який культивується у нашій країні, адже в Україні офіційно не зареєстровано жодної трансформаційної події.

© Б. В. МОРГУН, О. В. СТЕПАНЕНКО, А. І. СТЕПАНЕНКО, А. М. ТАРАНЕНКО, М. В. КУЧУК, 2014



**Рис. 1.** Схематичне зображення Т-ДНК плазмиди PV-BNGT04, яку використовували для отримання трансформаційної події GT73 [5]. RB, LB – праве та ліве плече Т-ДНК; P-FMV – промотор; TP – транзитний пептид; E9 3' – термінатор. Схематичне розташування праймерів показано стрілками [6]

Відповідно до потреб ринку формуються напрямки отримання трансгенного ріпаку, а саме надання стійкості до гербіцидів, зміна співвідношення карбонових кислот (олеїнової, ерукової, стеаринової) в олії ріпаку, синтез нехарактерних для ріпаку жирних кислот та інших сполук, які підвищують харчову і фармацевтичну цінність олії. Крім того, були отримані рослини ріпаку, стійкі до абіотичних стресів таких, як холод, засуха, засоленість ґрунтів та забруднення важкими металами [3].

Дотепер зареєстровано п'ять ліній трансгенного ріпаку, стійкого до гліфосату – GT73, GT200, DP-Ø61Ø61-7, DP-Ø73496-4, MON-883Ø2-9 [2, 4].

Трансформаційні події GT73 (MON-ØØØ73-7, RT73) та GT200 (MON89249-2) ріпаку створені компанією Monsanto у 1995 році. Вони несуть стійкість до гербіцидів на основі гліфосату, які широко використовуються для знищення бур'янів. Ця ознака обумовлена введенням до геному рослини генів, які кодують гліфосат-толерантну ізоформу ферменту 5-енолпірувілшкімат-3-фосфат синтази *Agrobacterium tumefaciens* штаму CP4 (CP4 *epsps*) і фермент гліфосат оксидоредуктазу *Ochrobacterium anthropi* (*gox v247*) [5].

Дані лінії отримані шляхом агробактеріальної трансформації вихідного сорту Westar. Трансформацію здійснювали за допомогою вектора PV-BNGT04, до складу якого входять гени CP4 *epsps* і *gox*, які забезпечують стійкість клітин до гліфосату. Зазвичай, для вживання в їжу використовують олію, отриману з насіння, а макуху і зе-

лені частини рослини використовують на корм худобі.

Трансформаційні події DP-Ø61Ø61-7, DP-Ø73496-4, MON-883Ø2-9 були зареєстровані у 2012 році, тому ймовірність занесення їх на територію України дуже низька.

Крім того, зареєстровано 16 трансформаційних подій, які обумовлюють стійкість ріпаку до глюфосинату амонію [2, 5].

Молекулярно-генетичні дослідження проводили за допомогою полімеразної ланцюгової реакції та її модифікацій. Нисхідна (Touchdown, TD) ПЛР є фундаментальним підходом до оптимізації процесу ампліфікації. Він є доцільнішим, ніж спроби варіювати буферами і фізичними умовами реакційних циклів, тому що в основі оптимізації лежить лише зміна температури посадки праймерів. Крім того, послідовна зміна температури відпалу проводиться у простій циклічній програмі. Цей підхід є досить поширеним [7, 8]. Суть методу полягає у збільшенні температури відпалу (орієнтовно на 10 °C) з її послідовним зменшенням на 1 °C з кожним циклом. Після досягнення оптимального значення температури відпалу для роботи праймерів проводиться ще 20–25 стандартних циклів процесу. При цьому утворюється менша кількість цільового продукту, але значно підвищується специфічність реакції. Низкою авторів продемонстровано успішне використання TD ПЛР для ампліфікації геномної ДНК з використанням різних праймерів/матриць, які показали погану спорідненість в реакції [9, 10].

Метою даного дослідження було виявлення забрудненості сортового матеріалу ріпаку, зібраного на території Київської області, трансгенними формами, використовуючи фізіологічні дослідження та молекулярний аналіз.

### Матеріали і методи

Для проведення моніторингу забрудненості сортового матеріалу використано 270 зразків насіння ріпаку *Brassica napus* L., наданих селекціонерами та зібраними у торгівельній мережі міста Києва та області.

**Фізіологічний дослід.** Фізіологічні дослідження у холодний період року проводили у закритій системі теплиці, а в теплий – на дослідній ділянці шляхом пророщення попередньо оброблених фунгіцидом 20–100 (залежно від кількості наявного матеріалу) зерен кожного зразка у ґрунті. У випадку вирощування в теплиці використовували стерильний ґрунт. Ріст рослин у теплиці відбувався за температури +20 °С при фотоперіоді 14/10 годин. Для запобігання ураження грибом рослини обробляли робочим розчином фунгіциду після 1-го та 3-го тижнів росту та проривали до оптимальної кількості рослин у кожному горщику або ряду.

Рослини підрощували до появи двох-трьох справжніх листків і обприскували робочими розчинами неселективних гербіцидів: «Ураган Форте 500 SL в.р.к.» (Syngenta), діючою речовиною якого є гліфосат, або «Basta» (Bayer CropScience), діючою речовиною якого є глюфосинат амонію, відповідно до рекомендацій виробника. Після 14-денного (для рослин, оброблених гербіцидом «Ураган Форте 500 SL в.р.к.») чи 5-денного (для рослин, оброблених гербіцидом «Баста») культивування спостерігали виживаність рослин. Після відбору проб зеленої маси трансгенні рослини утилізували згідно із законодавством України.

**Виділення рослинної ДНК.** Зі свіжих листових пластинок рослин, які вижили після обробки гербіцидом, проводили екстракцію загальної ДНК ЦТАБ методом [11, 12]. Визначення чистоти та кількості ДНК вимірювали спектрофотометрично за величиною оптичної густини на приладі BioPhotometer v. 1.35 (Eppendorf).

Для контролю якості виділеної ДНК використовували полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР) на ген круциферину А (GenBank Accession: X14555.1).

**Ампліфікація ДНК.** Для полімеразної ланцюгової реакції у 20 мкл брали специфічні праймери (табл. 1), 30 нг загальної очищеної ДНК, 1 од. DreamTaq™ полімерази (Thermo Scientific).

Реакцію проводили в ампліфікаторі Mastercycles Personal (Eppendorf) за специфічними програмами. Програма ампліфікації на ген круциферину А (*cruA*): початкова денатурація – 4 хв. за 94 °С, 34 цикли – 30 с за 94 °С, 30 с за температури відпалу праймерів – 55 °С, 16 с за 72 °С та 10 хв. – фінальна елонгація.

Програма ампліфікації на трансформаційну подію GT73 була такою: початкова денатурація – 3 хв. за 94 °С, 34 цикли – 30 с за 94 °С, 30 с за температури відпалу праймерів – 57 °С, 32 с за 72 °С та 10 хв. – фінальна елонгація.

Програма ампліфікації на ген CP4 *epsps* складалася з: початкової денатурації – 3 хв. за 94 °С, 34 циклів – 30 с за 94 °С, 30 с за температури відпалу праймерів – 57 °С, 17 с за 72 °С та 10 хв. фінальної елонгації.

Програма ампліфікації з використанням методики Touchdown на ген *bar* з праймерами 1F і 1R була: початкова денатурація – 3 хв. за 94 °С, 9 циклів – 30 с за 94 °С, 30 с – за температури, вищої за температуру відпалу праймерів – 68 °С і з кожним циклом температура зменшується на 1 °С, 33 с за 72 °С та ще 25 циклів – 30 с за 94 °С, 30 с за температури відпалу праймерів – 59 °С, 33 с за 72 °С та 10 хв. – фінальна елонгація.

Таблиця 1. Перелік праймерів, які використовували у дослідженнях

Назва	Послідовність	Розмір амплікону	Ген
1F 1R	5' - GCG GTC TGC ACC ATC GTC ACC - 3' 5' - CAG ATC TCG GTG ACG GGC AGG AC - 3'	494 п.н.	<i>bar</i> – визначає стійкість до глюфосинату амонію
2F 2R	5' - TGG CTA AAG GTA CGT GAA TCT G - 3' 5' - CTC TCC CCA TAA GAC CTT CTC C - 3' [6]	258 п.н.	Круциферин А – референтний ген на ДНК ріпаку
3F 3R	5' - TGA ACT TTC CTT TAT GTA ATT TTC CAG AA - 3' 5' - GCT TATACG AAG GCA AGA AAA GGA - 3' [6, 14]	522 п.н.	Трансформаційна подія GT73, яка характеризується стійкістю до гліфосату
4F 4R	5' - CAA CGC AAA TCT CCC TTA TCG G - 3' 5' - GAC CTC CAA ACA TGA AGG ACC T - 3' [6, 15]	273 п.н.	CP4 <i>epsps</i> – надає стійкість до гліфосату

Розділення продуктів ампліфікації проводили методом електрофорезу у 1,2 % агарозному гелі, натрій боратному буфері з 0,5 мг/мл бромистого етидію [13]. Електрофореграми документували системою GelDoc™ XR+ (Bio-Rad).

### Результати та обговорення

При проведенні дослідів було висаджено насіння дослідних зразків ріпаку у ґрунт для виявлення стійкості до глюфосинату амонію та гліфосату. Зображення рослин до обробки гербіцидом наведено на рис. 2.



Рис. 2. Рослини ріпаку на дослідній ділянці перед обробкою гербіцидом

Рослини підрозували до появи двох-трьох справжніх листочків і обробляли робочим розчином гербіциду «Баста» (Bayer CropScience AG), діючою речовиною якого є глюфосинат амонію (у розрахунку 0,2 мл вихідного розчину гербіциду на

1 м<sup>2</sup>), та робочим розчином гербіциду «Ураган Форте 500 SL в.р.к.» (Сингента), діючою речовиною якого є гліфосат (у розрахунку 0,3 мл вихідного розчину гербіциду на 1 м<sup>2</sup>). Результати спостерігали через 5 днів для рослин, оброблених гербіцидом «Баста», та через 14 днів для рослин, які були оброблені гербіцидом «Ураган Форте 500 SL в.р.к.».

Серед досліджуваної вибірки спостерігали один зразок (№ 270), усі рослини якого були стійкими до дії гліфосату (рис. 3). Крім того, було виявлено один зразок (№ 241), 7 рослин якого зі 100 вирощених виявилися стійкими до глюфосинату амонію (рис. 4). Рослини негативного контролю досліду, тобто які не оброблялися гербі-

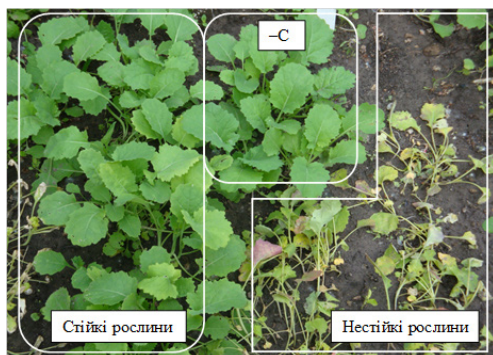


Рис. 3. Стійкі та нестійкі до гліфосату рослини після обробки гербіцидом «Ураган Форте 500 SL в.р.к.» порівняно з негативним контролем без обробки



**Рис. 4.** Ріпак після обробки гербіцидом «Basta» та контрольна група рослин (без обробки гербіцидом)

цидом, показували здоровий, характерний ріст, зелений насичений колір.

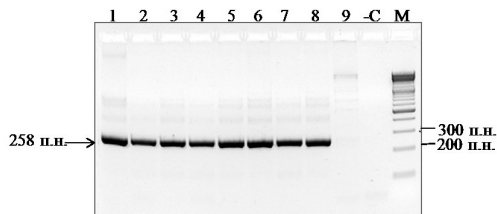
Рослини, які вижили у результаті фізіологічних дослідів були використані для виділення загальної рослинної ДНК та подальших молекулярно-генетичних досліджень.

Зі зразків № 241 та № 270 було вибрано по 4 рослини, які вижили після обробки гербіцидами глюфосинатом амонію та гліфосатом відповідно, з яких і було виділено загальну рослинну ДНК. Ці препарати нуклеїнових кислот з 8 окремих рослин використовували для проведення молекулярно-генетичного аналізу на наявність трансгенів стійкості.

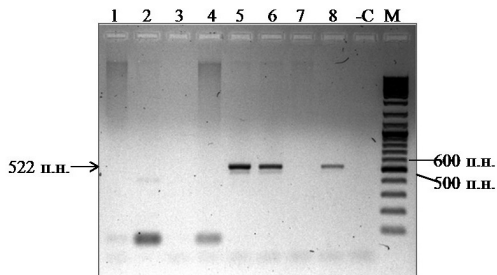
Для визначення якості виділеної ДНК проводили контрольну ампліфікацію на ген круциферину А з наступним розділенням і візуалізацією продуктів реакції у 1,2 % агарозному гелі (рис. 5).

Після проведення контрольної ампліфікації проводили визначення наявності у геномі рослин трансформаційної події GT73 (рис. 6), яка характеризується стійкістю до гліфосату.

Наявність характерного амплікону розміром 522 п.н. спостерігали у трьох із чотирьох аналізованих рослин зразка № 270 (доріжки 5, 6 та 8 рис. 6). Отже, можна стверджувати про присутність трансформаційної події GT73 компанії Монсанто у



**Рис. 5.** Електрофореграма продуктів ампліфікації на контрольний ген *cruA Brassica napus*: 1–4 – чотири рослини зразка № 241; 5–8 – чотири окремі рослини зразка № 270; 9 – негативний контроль (загальна ДНК пшениці); -С – ТЕ буфер рН 8,0 як негативний контроль; М – маркер молекулярної маси GeneRuler™ DNA Ladder Mix (Thermo Scientific). Праворуч показано довжини найближчих до амплікону фрагментів маркера, ліворуч стрілкою вказано довжину очікуваного амплікону у парах нуклеотидів



**Рис. 6.** Електрофореграма продуктів ампліфікації з подіє-специфічними праймерами для встановлення присутності трансформаційної події GT73: 1–4 – чотири рослини зразка № 241, які вижили після обробки глюфосинатом амонію; 5–8 – чотири окремі рослини зразка № 270, які вижили після обробки гліфосатом; -С – ТЕ буфер рН 8,0 як негативний контроль; М – маркер молекулярної маси GeneRuler™ DNA Ladder Mix. Праворуч показано довжини найближчих до амплікону фрагментів маркера, ліворуч стрілкою вказано довжину очікуваного амплікону

зразку № 270 насіння ріпаку. Разом із тим залишається незрозумілим і нез'ясованим, чому одна з чотирьох аналізованих рослин цього зразка не дала характерного сигналу. Для підтвердження присутності трансгенного матеріалу було проведено ПЛР із ген-специфічними праймерами 4F та 4R (рис. 7) на CP4 *epsps*, який власне і надає стійкість до гліфосату.

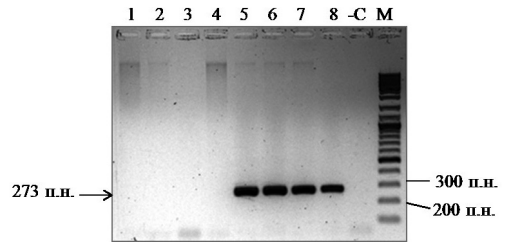
Негативний контроль із ТЕ буфером спрацював адекватно, не даючи чітких

ампліконів, що свідчить про технічно правильне виконання тесту. Очікувані амплікони розміром 273 п.н. спостерігали для усіх чотирьох аналізованих рослин зразка № 270, стійкого до гліфосату (доріжки 5, 6, 7 та 8 рис. 7). Прояв цього характерного фрагмента ДНК у трьох із чотирьох раніше аналізованих рослин (доріжки 5, 6 та 8 рис. 6) підтверджує наявність у цих трьох рослинах трансформаційної події GT73. Із великою апроксимацією можна зазначити, що лише три чверті насіння зразка № 270 є характерною GT73, у той час як решта 25 % є домішками невідомої природи, але з чітко вираженою стійкістю до гліфосату. Виявлення амплікона на доріжці 7 рис. 7 свідчить про наявність у цієї рослини трансгена CP4 *epsps*, властивого для трансформаційних подій GT73 і GT200. Можна також припустити, що оскільки GT73 не детектується у цій рослині, то імовірно тут присутня трансформаційна подія GT200 чи якийсь мутантний варіант.

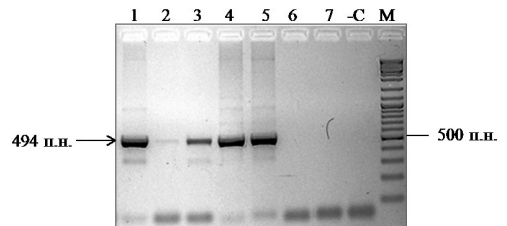
Для визначення природи стійкості рослин ріпаку зразка № 241 до дії гліфосинату амонію проведено ПЛР на трансген *bar* (рис. 8).

Притаманний амплікон розміром 494 п.н. спостерігали у трьох з чотирьох аналізованих рослин зразка № 241 (доріжки 1, 3 та 4 рис. 8), що вказує на присутність у геномі цих рослин трансгена *bar*. У однієї рослини даний амплікон майже не проявляється, що підтверджує спостереження про неоднорідність насіння, аналогічно до зразку № 270.

Перевірка зразків методом специфічної ПЛР підтвердила присутність у рослинах двох зразків № 241, стійкого до гербіциду гліфосинату амонію, та № 270, стійкого до гербіциду гліфосату (але відсутність в усіх інших), трансгена *bar* і трансформаційної події GT73 із трансгеном CP4 *epsps*, відповідно. Результати дослідів також виявили значну неоднорідність насіння зразка № 241, в якому зі 100 вирощуваних



**Рис. 7.** Електрофореграма продуктів ампліфікації на трансген CP4 *epsps*, який входить до Т-ДНК трансформаційних подій GT73 і GT200: 1–4 – чотири рослини зразка № 241, які вижили після обробки гліфосинатом амонію; 5–8 – чотири окремі рослини зразка № 270, які вижили після обробки гліфосатом; -С – ТЕ буфер рН 8,0 як негативний контроль; М – маркер молекулярної маси GeneRuler™ DNA Ladder Mix. Ліворуч стрілкою вказано довжину очікуваного амплікона



**Рис. 8.** Електрофореграма продуктів ампліфікації на трансген *bar*: 1–4 – чотири рослини зразка № 241, стійкі до гліфосинату амонію; 5 – позитивний контроль; 6 – одна рослина зразка № 270, стійка до гліфосату; 7 – зразок ріпаку, нестійкий до гліфосинату амонію; -С – негативний контроль, ТЕ буфер; М – маркер молекулярної маси GeneRuler™ DNA Ladder Mix. Ліворуч стрілкою вказано довжину очікуваного амплікона

лише 7 рослин виявилися стійкими до гліфосинату амонію. Напротивагу, усі дослідні рослини зразка № 270, будучи однорідно стійкими до згубної дії гліфосату, проявили різноманітність по присутності трансформаційної події GT73.

Хоча виявлення трансгенних рослин ріпаку, занесених із-за кордону, залишається рідкісним явищем, проте завдяки їхній здатності до самовідтворення і перехресного запилення можливе поступове неконтрольоване поширення генетично модифікованих рослин на території України.

Висловлюємо сердечну подяку науковцям Сахно Л.О., Слісарчуку М.В., Парію М.Ф. за допомогу зі збором зразків на синня ріпаку для аналізу.

Роботу було виконано в рамках проекту Nell-11-10 (№ держреєстрації 0110U0060 82), який фінансувався Національною академією наук України, за що автори щиро вдячні.

### Перелік літератури

1. <http://faostat.fao.org> – Food and agriculture organization of the United Nations.
2. <https://www.isaaa.org> – International service for the acquisition of agri-biotech applications.
3. Колодяжная Я.С., Куцоконь Н.К., Левенко Б.А., Сютікова О.С., Рахметов Д.Б., Кочетов А.В. Трансгенные растения, толерантные к абиотическим стрессам // Цитология и генетика. – 2009. – Т. 43, № 2. – С. 72–93.
4. <http://cera-gmc.org> – The Center for Environmental Risk Assessment (CERA), GM Crop Database.
5. <http://www.gmo-compass.org> – GMO-Compass.
6. <http://gmdd.shgmo.org> – GMO Detection Method Database (GMDD).
7. Rubie C., Schulze-Bahr E., Wedekind H. et al. Multistep-touchdown vectorette-PCR – a rapid technique for the identification of IVS in genes // Biotechniques. – 1999. – Vol. 27. – P. 414–418.
8. Piraee M., Vining L.C. Use of degenerate primers and touchdown PCR to amplify a halogenase gene fragment from *Streptomyces venezuelae* ISP5230 // J. Ind. Microbiol. Biotechnol. – 2002. – Vol. 29. – P. 1–5.
9. Roux K.H. Single-step PCR optimization using touchdown and stepdown PCR programming // Methods Mol. Biol. – 2002. – Vol. 192. – P. 31–36.
10. Korbie D.J., Mattick J.S. Touchdown PCR for increased specificity and sensitivity in PCR amplification // Nature Protocol. – 2008. – P. 1452–1456.
11. Somma M. Extraction and purification of DNA. Session 4. In: Training course on the analysis of food samples for the presence of genetically modified organisms. User Manual / Edited by Querci M., Jermini M., Van den Eede G. – Luxembourg, 2006. – P. 229.
12. Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T. Molecular cloning: a laboratory manual. – N.-Y., 1989. – P. 1626.
13. Brody J.R., Kern S.E. History and principles of conductive media for standard DNA electrophoresis // Anal. Biochem. – 2004. – Vol. 333. – P. 1–13.

14. Yang R., Xu W., Luo Y., Guo F., Lu Y., Huang K. Event-specific qualitative and quantitative PCR detection of roundup ready event GT73 based on the 3'-integration junction // Plant Cell Rep. – 2007. – Vol. 26, № 10. – P. 1821–1831.
15. Demeke T., Giroux R.W., Reitmeier S., Simon S.L. Development of a polymerase chain reaction assay for detection of three canola transgenes // Journal of the American Oil Chemists' Society – 2002. – Vol. 79. – P. 1015–1019.

Представлено В.А. Кунахом  
Надійшла 05.11.2014

### ОБНАРУЖЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ РАПСА, УСТОЙЧИВЫХ К ГЕРБИЦИДАМ

Б.В. Моргун, Е.В. Степаненко,  
А.И. Степаненко, А.Н. Тараненко, Н.В. Кучук

Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины  
Украина, 03143, г. Киев, ул. Академика Заболотного, 148  
e-mail: molgen@icbge.org.ua

**Цель.** Несанкционированное попадание трансгенных растений на территорию Украины является важной проблемой, требующей детального анализа и решения. С целью определения степени загрязнения сортового материала Киевской области чужеродным генетическим материалом был проведен мониторинг семян рапса. **Методы.** 270 образцов семян было изучено в физиологических опытах. Отобранные образцы были проанализированы с помощью молекулярно-генетических методов. **Результаты.** Среди выборки был обнаружен один образец, устойчивый к действию гербицида на основе глифосата, и один – к гербициду, действующим веществом которого является глюфосинат аммония. Детальное изучение отобранных образцов методом ПЦР подтвердило наличие трансгенов CP4 *epsps* и *bar*, отвечающих за данные виды устойчивости. В одном из образцов было обнаружено трансформационное событие GT73 компании Монсанто, которое и характеризуется устойчивостью к глифосату. **Выводы.** Полученные данные позволяют предположить наличие неконтролируемого перемещения генетически модифицированных растений рапса на терри-

торию України.

**Ключевые слова:** *Brassica napus*, глифосат, гербицид «Ураган Форте 500 SL в.р.к.» Syngenta, гербицид «Баста» Bayer CropScience, ГМО.

DETECTION OF TRANSGENIC HERBICIDE RESISTANT RAPESEED PLANTS IN KYIV REGION

*B.V. Morgun, O.V. Stepanenko, A.I. Stepanenko, A.M. Taranenko, M.V. Kuchuk*

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine  
Ukraine, 03143, Kyiv, Akademika Zabolotnoho str., 148  
e-mail: molgen@icbge.org.ua

**Aim.** Unauthorized entry of transgenic plants on the territory of Ukraine is an important issue that requires detailed analysis and solution. To determine the degree of contamination

of rapeseed varieties in the Kyiv region with transgenic material the monitoring study was carried out. **Methods.** 270 seed samples were analyzed in physiological experiments. Selected samples were tested using molecular genetic methods. **Results.** One of the samples was found to be resistant to glyphosate herbicide and another to glufosinate ammonium herbicide. The collected samples were examined using molecular genetic techniques that confirmed the presence of transgenes CP4 *epsps* and *bar*, respectively responsible for these types of resistance. In one of the samples there was identified the transformation event GT73 of Monsanto responsible for glyphosate resistance. **Conclusions.** These data suggest the uncontrolled transfer of genetically modified canola plants on the territory of Ukraine.

**Keywords:** *Brassica napus*, glyphosate, herbicide Ouragan Forte 500 SL в.р.к. Syngenta, herbicide Basta Bayer CropScience, GMO.