

ВПЛИВ ГЕНЕТИЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ СОЇ НА ВМІСТ У НІЙ НЕОРГАНІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Куцан О.Т., Шевцова Г.М., Оробченко О.Л.

Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», м. Харків

Близько 300 мільйонів жителів США і понад 1 мільярд жителів Китаю вживають генномодифіковані продукти без явних шкідливих наслідків для організму. У США методами генної інженерії одержані покращені сорти сої, пшениці, томатів. Нові сорти сої вирізняються підвищеним вмістом сахарози, яка позбавляє неприємного бобового присмаку. Одержано оливкову олію з підвищеним вмістом олеїнової кислоти [1, 2].

У Російській Федерації інтенсивно розробляють генетично модифіковані рослини, створено нові сорти картоплі з модифікованими генами, а також нові трансгенні буряки з метою видалення небажаних вторинних продуктів типу рафінози, інвертного цукру та декстрину. На сьогодні за даними «Россельхознадзора» у РФ офіційно зареєстровано 123 одиниці кормів та кормових добавок, що виготовлені з використанням генної інженерії [3].

В Україні, незважаючи на заборони, 30-40 % вирощуваної сої є трансгенною, посівні площі при цьому складають майже 20 тис. га. Розпочато вирощування генетично модифікованої картоплі, ріпаку, кукурудзи, буряків [1, 2, 3].

Однак, для науковців цікавим є вивчення властивостей вбудованого гену впливати одночасно на декілька фенотипічних ознак. Контролювати при цьому виникнення розладів метаболізму рослин практично неможливо, і дослідникам необхідно діяти фактично наосліп, щоб довести безпечність або навпаки непридатність до використання таких генетично модифікованих організмів. Однією з таких ознак є накопичення та розподіл у сої неорганічних елементів.

Тому **метою** наших досліджень стало вивчити вплив генетичної модифікації сої на вміст в ній неорганічних елементів.

Матеріали і методи. Дослідження проводили на базі відділу токсикології, безпеки та якості сільськогосподарської продукції ННЦ «ІЕКВМ» НААН. Перший етап досліджень впливу генетичної модифікації сої на вміст у ній неорганічних елементів полягав у дослідженні зразків зерна сої отриманих з різних областей України. Одні зразки зерна були контрольними, тобто в них соя не містила генетичної модифікації, а інші дослідні зразки – містили генетичну модифікацію (виявлені ДНК ділянки специфічні для ГМ рослин).

Щоб створити однакові умови для об'єктивної оцінки впливу генної модифікації (ГМ) на вміст неорганічних елементів рослини (другий етап досліджень) було проведено дослід на одній ланці землі поділеній навпіл, на якій висіяли два види зерна сої: з ГМ і без (БГМ) (схема досліді). Розподіл неорганічних елементів в усіх вегетативних частинах рослин було вивчено у період дозрівання зерна.

Визначення неорганічних елементів (Se, Zn, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr) проводили методом рентген-флуоресцентного аналізу, який було розроблено у відділі токсикології безпеки та якості сільськогосподарської продукції, з використанням спектрометра «Спектроскан МАКС» [4].

Наявність генної модифікації в сої визначали у лабораторії молекулярної епізоотології і діагностики ННЦ «ІЕКВМ» за методикою [5].

Статистичну обробку даних проводили на ПК з використанням Microsoft Excel.

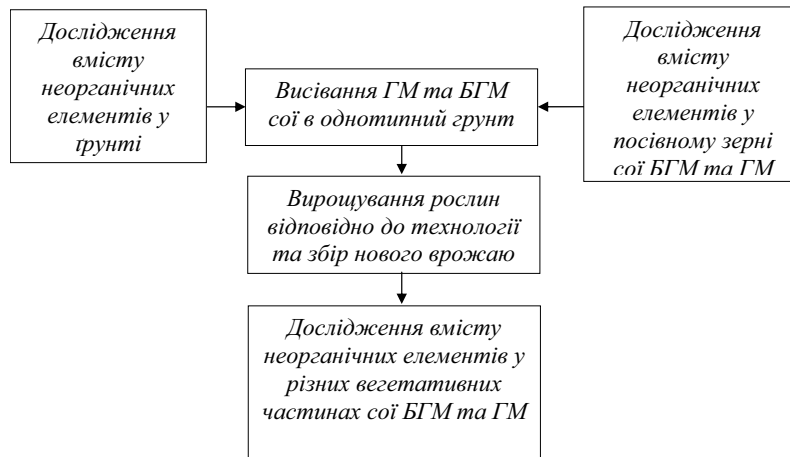


Рис. Схема досліді. Визначення впливу генної модифікації на розподіл неорганічних елементів у ГМ та БГМ сої

Результати досліджень. На першому етапі досліджень на вміст неорганічних елементів проаналізовано 5 зразків зерна сої: 2 з Херсонської області, 2 з Сумської і одна проба з Чернігівської області (табл. 1).

Таблиця 1 – Вміст неорганічних елементів у зерні сої з генною модифікацією (ГМ) та без (БГМ), мг/кг

Елемент, мг/кг	БГМ Херсонська обл.	ГМ Херсонська обл.	ГМ Сумська обл.	БГМ Сумська обл.	БГМ Чернігівська обл.
Цинк	58,60	39,90	46,10	46,50	35,53
Купрум	8,34	10,51	6,88	9,56	6,20
Ферум	65,97	99,09	73,11	80,69	69,00
Манган	22,31	28,36	27,63	31,34	21,24
Селен	0,36	0,32	0,36	0,44	0,30
Нікель	5,30	7,94	3,43	7,07	3,58
Плюмбум	0,52	0,56	0,62	0,68	0,23
Стронцій	3,30	8,82	3,33	3,33	не виявл.

У процесі досліджень були отримані неоднозначні результати. Так у генетично модифікованому зерні сої з Херсонської області було визначено підвищення вмісту стронцію, нікелю, феруму і мангану та зниження вмісту цинку. У зерні генетично модифікованої сої з Сумської області визначили зниження вмісту купруму, нікелю, феруму і мангану, що можливо пов'язано з різними умовами вирощування, зокрема на різних ґрунтах.

Тому було проведено дослід з визначення впливу генної модифікації на розподіл неорганічних елементів у ГМ та БГМ сої. У якості посівного матеріалу було обрано сою з Херсонської області. При визначенні неорганічних елементів (цинк, купрум, ферум, манган, селен, нікель, плюмбум, стронцій) у зерні сої не генномодифікованої та сої з генною модифікацією встановлено, що вміст селену, купруму та плюмбу статистично не відрізнявся (табл. 2.).

Тоді як вміст цинку в зерні ГМ сої був на 12,5 % вірогідно нижчим за БГМ, а вміст феруму, мангану, нікелю та стронцію перевищував БГМ на 33,42 %; 21,33 %; 33,25 % та 62,58 % відповідно (табл. 2).

Таблиця 2 – Вміст неорганічних елементів у посівному зерні сої БГМ, ГМ та ґрунті (M±m, n=3)

Елемент, мг/кг	Соя	БГМ	ГМ	Ґрунт
Цинк		45,60±0,94	39,90±0,65*	110,58±4,28
Купрум		8,34±0,21	10,51±0,19	Не виявл.
Ферум		65,97±2,53	99,09±0,56**	26110,34±1245,12
Манган		22,31±0,92	28,36±1,13*	520,21±23,79
Селен		0,36±0,05	0,32±0,04	Не виявлено
Нікель		5,30±0,17	7,94±0,37*	30,85±0,84
Плюмбум		0,52±0,16	0,56±0,64	35,35±5,70
Стронцій		3,30±1,22	8,82±2,31*	41,87±8,21

Примітки: * – P < 0,05; ** – P < 0,01 – відносно не генномодифікованої сої.

Дане зерно висіяли в однотипний ґрунт відповідно до технології вирощування сої: на початку квітня, а збір зерна нового врожаю провели в середині вересня. При дослідженні зерна нового врожаю на наявність ГМ була підтверджена передача ГМ зерну сої другого покоління.

Для визначення неорганічних елементів відбирали різні вегетативні частини рослин сої, а саме корені, стебло, листя, стручки, зерно. Розподіл неорганічних елементів ГМ і БГМ сої представлено в таблицях 3-4.

Вміст цинку (табл. 3-4) в коренях БГМ та ГМ рослин вірогідно не відрізнявся, тоді як у стеблі, стручках та зерні нового врожаю ГМ сої встановлено вірогідне зниження вмісту цинку на 14,71 %; 16,30 % та 13,61 % відповідно, а в листі – підвищення на 22,51 % відносно сої БГМ.

Вміст феруму (табл. 3-4) в ГМ сої був вірогідно нижчим за БГМ майже в усіх частинах рослини, а саме: в коренях на 42,89 %, листі на 23,29 %, стручках на 31,58 % та зерні на 10,23 %, а в стеблі показники феруму вірогідно не відрізнялися.

Аналогічно виглядав розподіл мангану (табл. 3-4): його вміст в ГМ сої був вірогідно нижчим за БГМ в коренях на 41,63 %, листі на 15,20 % і стручках на 22,46 %, а в стеблі та зерні показники мангану вірогідно не відрізнялися.

Таблиця 3 – Розподіл неорганічних елементів у сої БГМ (M±m, n=3)

Елемент, мг/кг	Проба	корені	стебло	листя	стручки	зерно нового врожаю
Цинк		14,16±0,21	3,67±0,05	30,49±0,56	10,37±0,10	27,25±0,58
Купрум		не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Ферум		1856,84±28,61	47,45±1,43	263,06±4,43	82,04±1,69	45,47±0,78
Манган		38,07±1,04	2,96±0,06	28,48±0,46	10,24±0,36	12,27±0,35
Селен		не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Нікель		2,56±0,05	0,22±0,01	0,58±0,13	0,40±0,05	2,71±0,05
Плюмбум		3,45±0,21	0,47±0,05	1,33±0,08	0,73±0,14	0,47±0,07
Стронцій		17,05±0,65	16,42±0,51	36,17±0,61	31,11±0,84	3,62±0,08

Таблиця 4 – Розподіл неорганічних елементів у сої з ГМ, (M±m, n=3)

Елемент, мг/кг	Проба	корені	стебло	листя	стручки	зерно нового врожаю
Цинк		13,18±0,26	3,13±0,04**	39,35±0,81***	8,68±0,22*	23,54±0,21*
Купрум		не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Ферум		1060,50±12,82***	45,89±0,63	201,79±2,78***	56,13±0,52***	40,82±0,24**
Манган		22,22±0,12***	3,04±0,10	24,15±0,31**	7,94±0,23***	10,12±0,17
Селен		не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.	не виявл.
Нікель		1,41±0,01***	0,21±0,02	0,55±0,01	0,41±0,01	2,56±0,06*
Плюмбум		1,56±0,08**	0,20±0,05*	1,06±0,14	0,22±0,01*	0,44±0,02
Стронцій		12,30±0,31**	17,27±0,40	20,65±0,57***	25,69±0,39**	4,01±0,23*

Примітки: * – P < 0,05; ** – P < 0,01; *** – P < 0,001 – відносно сої БГМ.

Вміст нікелю (табл. 3-4) у ГМ та БГМ сої вірогідно не відрізнявся в стеблі, листі та стручках, а в коренях і зерні ГМ сої був нижчим на 44,92 % і 5,54 % відповідно.

Вміст плумбуму (табл. 3-4) у ГМ та БГМ сої вірогідно не відрізнявся в листі і зерні, а в коренях, стеблі та стручках ГМ сої був нижчим на 54,78 %; 57,44 % і 69,86 % відповідно.

Вміст стронцію (табл. 3-4) у стеблі ГМ та БГМ рослин вірогідно не відрізнявся, тоді як у коренях, листі та стручках ГМ сої встановлено вірогідне зниження вмісту стронцію на 27,85 %, 42,91 % та 17,42 % відповідно, а в зерні – підвищення на 9,73 % відносно сої БГМ.

Таким чином встановлено, що ГМ передається другому поколінню сої та впливає на всмоктання, розподіл і накопичення неорганічних елементів в рослині. У ГМ сої другого покоління встановлено вірогідне підвищення вмісту цинку в листі на 22,51 % ($p < 0,001$) та стронцію в зерні на 9,73 % ($p < 0,05$) відносно БГМ сої і вірогідне зниження вмісту цинку (у стеблі на 14,71 %, стручках – 16,30 %, зерні – 13,61 %), феруму (у коренях на 42,89 %, листі – 23,29 %, стручках – 31,58 %, зерні – 10,23 %), мангану (в коренях на 41,63 %, листі – 15,20 %, стручках – 22,46 %), нікелю (в коренях на 44,92 % та зерні – 5,54 %), свинцю (в коренях на 54,78 %, стеблі – 57,44 %, стручках – 69,86 %), стронцію (в коренях на 27,85 %, листі – 42,91 %, стручках – 17,42 %).

Слід зазначити, що купруму та селену в сої як ГМ так і БГМ виявлено не було (хоча ці елементи були присутні у вихідному зерні), що пояснюється відсутністю їх у ґрунті.

Як видно з отриманих даних, ГМ соя характеризувалася зниженим вмістом неорганічних елементів, окрім цинку (листя) та стронцію (зерно). Зниження у зерні ГМ сої вмісту таких неорганічних елементів як цинк та ферум може призвести до їх дефіциту в організмі тварин адже соя входить до складу комбікормів, кормосумішей у значній кількості (до 30 % раціону).

Тому при використанні ГМ сої в годівлі тварин та птиці до раціону необхідно буде вводити додаткову кількість преміксів та мінеральних добавок неорганічних елементів, що буде більш затратним в економічному плані. Накопичення в зерні ГМ сої стронцію також має негативне значення, тому що надлишок стронцію може призвести до такого захворювання у тварин і птиці як стронцієвий рахіт. З іншого ж боку зменшення накопичення в зерні ГМ сої важких металів (нікель, плумбум) профілакуватиме отруєння (особливо хронічні) тварин та птиці.

Більшість з досліджуваних елементів є есенційними (життєво необхідними) і неоднакове їх засвоювання і розподіл в рослинах потребує подальшого більш поглибленого вивчення.

Висновки. Вивчено вплив генетичної модифікації сої на вміст у ній неорганічних елементів і встановлено, що ГМ передається другому поколінню сої та впливає на засвоєння і розподіл неорганічних елементів у рослині, а саме у ГМ сої другого покоління встановлено вірогідне підвищення вмісту цинку в листі на 22,51 % та стронцію в зерні на 9,73 % відносно сої БГМ і вірогідне зниження вмісту цинку (у стеблі на 14,71 %, стручках – 16,30 %, зерні – 13,61 %), феруму (у коренях на 42,89 %, листі – 23,29 %, стручках – 31,58 %, зерні – 10,23 %), мангану (в коренях на 41,63 %, листі – 15,20 %, стручках – 22,46 %), нікелю (в коренях на 44,92 % та зерні – 5,54 %), свинцю (в коренях на 54,78 %, стеблі – 57,44 %, стручках – 69,86 %), стронцію (в коренях на 27,85 %, листі – 42,91 %, стручках – 17,42 %).

Перспективи подальших досліджень: плануємо дослідити вплив генної модифікації сої на організм тварин у хронічному експерименті.

Список літератури

1. Смоляр, В.І. Генетично-модифіковані організми і харчування населення [Текст] / В.І. Смоляр, Г.І. Петрашенко // Проблеми харчування. – 2009. – № 12. – С. 35-40.
2. Закревский, В.В. Генетически модифицированные источники пищи растительного происхождения [Текст] / В.В. Закревский // Практ. рук-во по санэпиднадзору. – СПб: Диамат, 2006. – 151 с.
3. Россельхознадзор – Официальный сайт [Электронный ресурс]: Режим доступа: fsvps.ru.
4. Игнатъев, И. Генетически модифицированные организмы и обеспечение биологической безопасности [Текст] / И. Игнатъев, И. Тромбицкий, А. Лозан. – Кишинев: Экоспектр-Бендеры, 2007. – 60 с.
5. Визначення неорганічних елементів у біологічних субстратах методом рентген-флуоресцентного аналізу [Текст]: метод, реком. / О. О. Малінін [та ін.]; [ЕКВМ НААНУ]. – Х., 2009. – 18 с.
6. Деклараційний патент України на корисну модель № 62611, МПК С 12 №7/00 / Спосіб екстракції ДНК з матеріалу рослинного походження для генетичного аналізу за допомогою полімеразної ланцюгової реакції [Текст] / Герілович А.П., Солодянін О.С., Стегній Б.Т., Салко С.А.; заявник і власник патенту Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»; заявл. 21.12.2010 р. – № у 2010 15456; опубл/ 12.09.2011 р. – 4 с.

THE INFLUENCE OF GENETIC MODIFICATION OF SOYA ON THE CONTENT OF INORGANIC ELEMENTS IN IT

Kutsan O.T., Shevtsova G.N., Orobchenko A.L.

National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Kharkiv

The effect of genetic modification of soya on the content of inorganic elements in it has been studied. It has been found that the genetic modification affects the absorption and distribution of inorganic elements in plants, namely, in genetically modified soya of the second generation.

It was found a significant increase in zinc content in the leaves on 22.51 % and strontium in grain on 9.73 % with respect to non genetically modified soya, as well as significant reduction in zinc content (in the stem, pods, grains), iron (in roots, leaves, pods, grain), manganese (in roots, leaves and pods), nickel (in the roots and seed), lead (in roots, stems, pods), strontium (in the roots, leaves and pods) was determined.