



## Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.11:632.95:633.34  
© 2013

*М.Ф. Кулик,*  
член-кореспондент НААН

*О.В. Корнійчук,*

*В.Д. Бугайов,*

*Ю.В. Обертюх,*

*О.В. Хіміч,*

кандидати сільсько-  
господарських наук

*Т.В. Лілик*

*Я.М. Кулик,*

кандидат медичних наук

Інститут кормів та сільського  
господарства Поділля НААН

### **ПРИГНІЧЕННЯ РОСТУ ПРОРОСТКІВ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ, ТРИТИКАЛЕ І ЖИТА ПІД ВПЛИВОМ ВОДНОЇ ВИТЯЖКИ РАУНДАПОСТІЙКОЇ ГМ СОЇ ПОРІВНЯНО З НЕ ГМ СОЄЮ**

*Досліджено вплив водної витяжки раундапостійкої ГМ сої порівняно з такою самою витяжкою не ГМ сої на схожість, накльовування і проростання зерна пшениці, тритикале і жита. Встановлено, що витяжка з ГМ сої порівняно із не ГМ соєю не впливає на зазначені критерії оцінки зерна, проростання якого було на рівні 90–94%, як і на дистильованій воді, але в подальшому ГМ соя різко (в 1,9–2,5 раза) пригнічує інтенсивність лінійного росту проростків порівняно до не ГМ сої.*

**Ключові слова:** генетично модифікована соя, водна витяжка, лінійний ріст, неспецифічні білкові сполуки.

Стосовно використання раундапостійких генетично модифікованих (ГМ) сільськогосподарських культур як продуктів харчування людей існують діаметрально протилежні погляди. Одні вчені стверджують, що такі продукти безпечні і перспективні, інші категорично заперечують це. Однак усі вони обґрунтовують свої твердження на результатах проведених досліджень. У ряді країн введено заборону на використання ГМ-продукції в харчуванні людей. У Російській Федерації обговорюється також введення заборони на ГМ-продукцію для використання в дитячому харчуванні.

Водночас за висновком В.В. Закревського, наука поки що не в змозі дати остаточну відповідь на питання — чи безпечні для здоров'я людини ГМ продукти? [2]. І це не залежить від бажання чи небажання вчених, а пояснюється недостатнім рівнем розвитку науки і дуже коротким періодом використання трансгенних продуктів харчування. Тому під час оцінки харчової продукції з ГМ організмів існує певна вірогідність невиявлення будь-якого токсину або

біологічно активних сполук, наявних у нових продуктах або компонентах продуктів харчування, які можуть бути небезпечними для здоров'я людей. У трансгенних продуктах можуть виявлятися будь-які «мінорні компоненти», які у звичайних аналогічних продуктах ніколи не трапляються. Як це позначиться на здоров'ї людей, ніхто не знає. В.В. Закревський підкреслює, що лабораторні дослідження не можуть дати вичерпну інформацію про ГМ продукцію. Діагностика ДНК здатна тільки встановити, є в продуктах чужорідний ген чи немає [2].

Виникає питання, які ж аргументи покладено в основу для проведення досліджень щодо впливу водної витяжки із зерна раундапостійкої ГМ сої на схожість і енергію росту зерна злаків? *Перше* — «послідовність амінокислот у протеїні визначається генетично. Навіть найменші зміни цієї послідовності змінюють функції білка або роблять неможливим їх здійснення» [1], а в ГМ сої чужорідний ген сприяє синтезу чужорідного для сої білка. *Друге* — «гліфосат не піддається метаболізму в рослинах» [8, 11],

**Довжина проростків насіння злаків у чашках Петрі за зволоження паперового фільтра дистильованою водою і водною витяжкою із бобів не ГМ сої і раундапостійкої ГМ сої,  $M \pm m$**

Показник	Дистильована вода (контроль)	Водна витяжка з бобів сої	
		Не ГМ соя (I варіант)	Раундапостійка ГМ соя (II варіант)
<b>Пшениця:</b>			
всього зерен	50	50	50
не зійшло	8	5	7
проросло	42	45	43
%	84	90	86
Довжина проростків, см	4,67±0,12	2,48±0,20	1,13±0,07
P	–	<0,001	<0,001
<b>Тритикале:</b>			
всього зерен	50	50	50
не зійшло	5	4	3
проросло	45	46	47
%	90	92	94
Довжина проростків, см	5,62±0,22	4,67±0,22	2,07±0,14
P	–	<0,01	<0,001
<b>Жито:</b>			
всього зерен	50	50	50
не зійшло	6	5	4
проросло	44	45	46
%	88	90	92
Довжина проростків, см	6,72±0,32	5,94±0,26	2,36±0,17
P	–	<0,001	<0,001

але не в усіх [3, 7]. Максимальний залишковий рівень, допустимий для гліфосату в сої в ЄС, у 1997 р. був підвищений у 200 разів (від 0,1 до 20 мг/кг) після того, як раундапостійка ГМ соя з'явилася на ринку в Європі. Групою А.Е. Караско виявлено відхилення в розвитку ембріонів, яким вводили 2,03 мг/кг гліфосату [9]. *Третє* — «раундап містить один специфічний інертний інгредієнт polyethoxylated tallowamine, або РОЕА, який шкідливіший для ембріона людини, плаценти і стовбурових клітин пуповини, ніж навіть сам гліфосат» [6].

**Матеріал і методи досліджень.** Для вивчення впливу водної витяжки із бобів раундапостійкої ГМ сої на схожість і енергію росту насіння злаків одержували водну витяжку раундапостійкої ГМ сої і не ГМ сої. Відважували по 25 г бобів сої обох варіантів і поміщали в термостійкі склянки, а потім додавали по 300 мл дистильованої води, нагрівали до кипіння і ки-

п'ятили 30 хв. Мета — інактивувати уреазу і дію інших біологічно активних речовин. Після кип'ятіння розчину його фільтрували крізь паперовий фільтр і одержували водну витяжку.

Дно чашок Петрі вистеляли подвійним паперовим фільтром, змочували дистильованою водою (контроль), водною витяжкою не ГМ сої (I варіант) і раундапостійкої ГМ сої (II варіант), таким чином досягали повного зволоження. Для досліду брали по 50 зернин відкаліброваного насіння пшениці, тритикале і жита. Кожну насінину клали в однаковому положенні на зволожений паперовий фільтр на дні чашки Петрі. Чашки накривали кришками і за кімнатної температури (18–20°C) та денного освітлення залишали на 72 год для визначення схожості насіння. Прийняту згідно з ДСТУ 4138:2002 температуру 20°C під час аналізу схожості можна рекомендувати й для визначення активності наклювання [4].

Під час аналізу багаторазових досліджень за цією методикою схожості, наклеювання, проростання та інтенсивності росту проростків нами внесено зміни в технологію зволоження паперових фільтрів і насіння в чашках Петрі. Так, після зволоження паперових фільтрів і в однаковому положенні розміщення насіння на них у чашки додавали дистильовану воду і витяжку бобів сої кожного з варіантів до повного покриття насіння. Чашки накривали і залишали на 24 год для рівномірного набубнявіння насіння. Після цього з чашок зливали воду і витяжки. Накривали кришками і залишали на 5 діб у кімнатних умовах для наклеювання, проростання і кінцевого результату інтенсивності росту проростків. Візуальні спостереження за цими показниками проводили крізь скляні кришки чашок. Визначення інтенсивності росту проростків проводили лінійним виміром довжини проростка кожної насінини. Одержані виміри обчислювали біометрично ( $M \pm m$  і  $P$ ).

**Результати досліджень.** Визначено довжину проростків насіння пшениці, тритикале і жита після пророщування — дистильована вода, водна витяжка не ГМ сої і раундапостійкої ГМ сої (таблиця). Кількість зерен пшениці, які наклеюлися, становить 84–90%, тобто майже на одному рівні, тоді як інтенсивність лінійного росту проростків є різною. Так, довжина проростків на дистильованій воді становила в середньому 4,67 см, а на водній витяжці з не ГМ сої — 2,48 см, або майже в 1,9 раза менше. Отже, водна витяжка не ГМ сої пригнічувала інтенсивність росту проростків приблизно на 90% проти дистильованої води. Пригнічення росту проростків на водній витяжці раундапостійкої ГМ сої проти не ГМ сої становило 219%.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що водна витяжка з раундапостійкої ГМ сої більше ніж удвічі пригнічує ріст проростків зерна пшениці порівняно з такою самою витяжкою не ГМ сої.

Зерно тритикале має високий рівень схожості — 90–94% на фоні дистильованої води і витяжок із не ГМ сої і раундапостійкої ГМ сої. Рівень пригнічення росту проростків водної витяжки не ГМ сої проти дистильованої води становить лише 20%, тоді як аналогічної витяжки з раундапостійкої ГМ сої щодо не ГМ сої пригнічує ріст на 225%, або майже в 2,3 раза.

Пригнічення росту проростків жита водною витяжкою раундапостійкої ГМ сої порівняно з такою самою витяжкою не ГМ сої становить 252%, або більше в 2,5 раза.

Виявлено, що у зерна пшениці, тритикале і жита рівень схожості, наклеювання і проростання на дистильованій воді і водних витяжках раундапостійкої ГМ сої і не ГМ сої був однаковий, а інтенсивність росту проростків — різна. Водна витяжка раундапостійкої ГМ сої відповідно в 1,9, 2,3 і 2,5 раза більше пригнічувала ріст проростків порівняно з витяжкою не ГМ сої. Таке сильне пригнічення росту проростків насіння пшениці, тритикале і жита пояснюється, вважаємо, впливом чужорідних білкових сполук раундапостійкої ГМ сої у водній витяжці порівняно з відсутністю таких у водному екстракті не ГМ сої і наявністю в першій витяжці гліфосату. Адже дослідженнями зарубіжних авторів встановлено, що інертні інгредієнти раундапу посилюють токсичний вплив на клітини організму людини навіть у концентраціях значно менших, ніж тих, що використовуються для обробки сільськогосподарських культур [6]. Такий вплив інертних сполук раундапу на клітини росту проростків зерна пшениці, тритикале і жита може бути ідентичним з токсичним впливом цих інгредієнтів раундапу на ембріони тварин і людини.

Чому водна витяжка раундапостійкої ГМ сої не впливає негативно на схожість, наклеювання і проростання зерна пшениці, тритикале і жита?

М.М. Макрушин та ін. зазначає, що під час пророщування одного й того самого зразка насіння на водних витяжках з оболонки зернівки червоноколосої пшениці наклеювання помітно знижувалося порівняно з пророщуванням на витяжках із білоколосої пшениці. Автор пояснює це різницею за вмістом інгібіторів в оболонках червоно- та білоколосої пшениці — в останній їх менше [4]. У наших дослідженнях водна витяжка з раундапостійкої ГМ сої не містила різних антипоживних речовин білкової природи, тобто інгібіторів, оскільки вони були інактивовані в процесі кип'ятіння, але ж у витяжці були чужорідні водорозчинні білкові сполуки та інертні інгредієнти раундапу. Насіння оболонка пшениці, тритикале і жита під час його набубнявіння у витяжці захистила зародки від контакту з водорозчинними білковими сполуками ГМ сої, тому показники наклеювання, активність енергії проростання та схожості були на рівні контролю — дистильованої води. З'явлення первинних корінців насіння є основою контакту з неспецифічними білковими сполуками водної витяжки ГМ сої, які не властиві не ГМ сої, та інертними сполуками

раундапу. Фактично це умови гідропоніки, за яких білкові сполуки і гліфосат із водою надходять у вегетуючі проростки насіння. Ці неспецифічні білкові сполуки негативно впливають на рослинні клітини проростків — різко пригнічують їх ріст порівняно з водною втяжкою не ГМ сої.

За даними Ж.-Е. Сераліні та ін., довготривале згодовування лабораторним щурам зерна

раундапостійкої ГМ кукурудзи і викоювання їм води з різною концентрацією раундапу призвели до розвитку пухлин молочних залоз, ураження нирок і печінки в щурів та їх передчасної смерті [10].

Уведення до раціону самок щурів ГМ сої підвищувало постнатальну смертність щуренят на 9,3% порівняно до не ГМ сої і зменшення маси тіла під час народження на 5% [5].

### Висновки

Дослідженнями встановлено, що водна втяжка раундапостійкої ГМ сої порівняно з такою самою втяжкою не ГМ сої не впливає на схожість, наклюовування і проростання зерна пшениці, тритикале і жита, але різко при-

гнічує (в 1,9–2,5 раза) інтенсивність лінійного росту проростків. Ці дослідження є основою для заборони використання ГМ сої та інших ГМ сільськогосподарських культур в усіх продуктах дитячого харчування.

### Бібліографія

1. Дурст Л., Виттман М. Кормление основных видов сельскохозяйственных животных. — Вінниця: Нова книга, 2003. — 384 с.
2. Закревский В.В. Генетически модифицированные источники пищи растительного происхождения. Практическое руководство по санитарно-эпидемиологическому надзору. — СПб.; Диалект, 2006. — 152 с.
3. Кузнецова Е.М., Чміль В.Д. Глифосат: поведение в окружающей среде и уровни остатков/Современные проблемы токсикологии. — 2010. — № 1. — С. 87–95.
4. Макрушин М.М., Макрушина С.М. Насінництво: підруч. — Сімферополь: ВД «Аріал», 2011. — 476 с.
5. Матюха І.О. Фізіологічний стан і репродуктивна функція організму самок тварин при згодовуванні кормів із сої: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук: спец. 03.00.13/Львів. нац. ун-т вет. медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. — Львів, 2012. — 20 с.
6. Benachour N., Séralini G.E. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic and placental cells//Chem. Res. Toxicol. — 2009. — V. 22(1). — P. 97–105.
7. Carlisle S.M., Trevors J.T. Glyphosate in the environment//Water Air Soil Pollut. — 1988. — V. 39. — P. 409–420.
8. Gottrup O. et al. Uptake, translocation, metabolism, and selectivity of glyphosate in Canada Thistle and Leafy Spurge/O. Gottrup, P.A. O'Sullivan, R.J. Schraa, W.H. Vanden Born//Weed Research. — 1976. — V. 16. — P. 197–201.
9. Paganelli A. et al. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling/A. Paganelli, V. Gnazzo, H. Acosta, S.L. López, A.E. Carrasco//Chem. Res. Toxicol. — 2010. — 23 (10). — P. 1586–1595.
10. Séralini G.E. et al. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize/G.E. Séralini, E. Clair, R. Mesnage, S. Gress, N. Defarge, M. Malatesta, D. Hennequin, J.S. Vendômois//Food Chem. Toxicol. — 2012. — V. 50, Issue 11. — P. 4221–4231.
11. Wyrill J.B., Burnside O.C. Adsorption, translocation, and metabolism of 2,4-D and glyphosate in Common Milkweed and Hemp Dogbane//Weed Science. — 1976. — V. 23. — P. 557–566.

Надійшла 26.02.2013.