

DOI 10.29254/2077-4214-2020-2-156-60-64

УДК 604:633.34:632.954

¹Кулик Я. М., ²Виговська І. О., ²Гончар Л. О., ²Хіміч О. В.

КИСЛОТНА ЄМНІСТЬ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ РАУНДАПОСТІЙКОЇ СОЇ

¹Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова (м. Вінниця)

²Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця)

kulikmf@mail.ru

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Дана робота є фрагментом НДР «Вивчити вплив довготривалого згодовування трансгенної раундапостійкої сої на відтворювальну здатність свиней і курей». № державної реєстрації 0117 У 002236.

Вступ. Генетично модифікована (ГМ) раундапостійка соя є високобілковою культурою, але використання її в продуктах харчування людей і, зокрема, дітей поки що дискутується на різних рівнях у багатьох країнах світу. В захист безпечного використання ГМ раундапостійкої сої в продуктах харчування виставляються аргументи, що білки ГМ сої піддаються розщепленню до амінокислот під дією протеолітичних ферментів у шлунково-кишковому тракті по типу інших білків. Це вірно, але ж при ферментації ГМ раундапостійкої сої вивільнюються амінокислоти і гліфосат, як діюча речовина Roundup. До аргументів безпеки використання в продуктах харчування ГМ раундапостійкої сої виставляється також незначний вміст гліфосату в такій сої. В зерні пшениці залишок гліфосату становить 0,48 мг/кг, а в хлібі 0,37 мг/кг [1], в сої 20 мг/кг [1,2]. Проте в протизахист таким судженням необхідно зазначити про біоаккумуляцію гліфосату і його метаболітів в організмі тварин. Так, здатність гліфосату до біоаккумуляції і метаболізму в тварин було чітко продемонстровано в дослідженні Нова та співавтори [3] гліфосат був первинним радіоактивним матеріалом, який виявлено у сечі та фекаліях тварин, а біоаккумуляція була виявлена у всіх тканинах, залозах і органах [3].

Гліфосат – це молекула гліцину з метилфосфонільною групою зв'язаною з атомом азоту, як аналог гліцину, то можна очікувати, що він замінює природній гліцин у випадкових точках процесу синтезу білка з невідомими наслідками [4].

Враховуючи значну кількість захворювань пов'язаних з використанням гліфосату Samsel і співавтори (2016) запідозрили, що є щось набагато більш підступне та основне ніж гальмування активності ферментів і хелатування, що відбувається з гліфосатом. Той факт, що це синтетична амінокислота, аналог гліцину природної амінокислоти, що виконує важливу роль у функціонуванні білків, які містять її, робить можливим, щоб заміщення гліцину на гліфосат в пептидах могло спричинити велику кількість несприятливих ефектів, які раніше не передбачалися. Це свідчить про те, як один токсичний агент може бути відповідальний за стільки сучасних захворювань [4].

На нашу думку, токсична дія гліфосату може бути пов'язана з метилфосфонільною групою у структу-

рі білків з пептидами, які містять гліфосат. В такому разі метилфосфонільна група збільшує кислотну ємність генетично модифікованої раундапостійкої сої порівняно з не ГМ соєю, а ГМ соя може входити як компонент білка в складі хліба, печива, дитячого харчування, маргарину, супів, піци, їжі швидкого приготування, вареної ковбаси, цукерок, морозива, чіпсів, шоколаду, соєвого молока, і т. д., але біологічна небезпека цих продуктів для здоров'я людей і, зокрема, дітей залишається нерозкритою. Кислотна ємність ГМ сої порівняно із не ГМ соєю не досліджувалася.

Мета досліджень. Визначення за розробленою нами методикою кислотної ємності генетично модифікованої раундапостійкої сої порівняно із соєю класичної селекції для підтвердження наявності в трансгенній сої неприродних пептидів із синтетичною молекулою гліцину з метилфосфонільною групою гліфосату.

Об'єкт і методи досліджень. Визначення кислотної ємності проводили в бобах (зерні) 15-ти сортів сої класичної селекції, тобто, не генетично модифікованої і в такій же кількості зразків ГМ сої, вирощеної в різних господарствах. Відважували по 25 г бобів (зерна) сої обох варіантів і поміщали в термостійкі хімічні стакани, в які добавляли по 150 мл дистильованої води і нагрівали до кипіння, а потім 30 хв. кип'ятили. За таких умов у водний розчин переходять небілкові водорозчинні фракції протеїну, водорозчинна фракція білків, очевидно, жирні кислоти, вуглеводи, мінеральні речовини і амінокислоти. Поряд з цим у водний розчин переходять органічні кислоти циклу Кребса (янтарна, яблучна, лимонна і інші) та їх солі, а також гліфосат і його метаболіти і пептиди з гліфосатом. Після охолодження водної витяжки сої обох варіантів проціджували її через нейлонову тканину, а потім брали 20мл процідженого водного розчину і заміряли рН. Потім під контролем рН-метра проводили титрування розчину 0,01 н NaOH до рН 7,0, таким чином, визначили кислотну ємність водного екстракту сої не генетично модифікованої (контроль) і ГМ сої (дослід). Різниця в показниках 0,01 н NaOH водної витяжки не ГМ сої (контроль) і такої ж витяжки ГМ сої (дослід) відповідала різній кислотній ємності зерна сої обох варіантів. Зерно – це живий організм, що знаходиться у спокої і, отже, як і в будь-якому живому організмі, в ньому здійснюється постійний, хоч і повільний, обмін речовин, що підтримує життя зародкової клітини.

Статистичну обробку одержаних результатів досліджень проводили за допомогою програми Excel.

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлена різниця в показниках 0,01 н NaOH при титруванні до pH 7,0 водної витяжки обох варіантів сої, очевидно, відноситься до метилфосфонільної групи гліфосату. Виходить, що генетично модифікована раундапостійка соя має істотно ($p < 0,001$) більшу кислотну ємність, тобто, значно кисліша за сою класичної селекції (табл.).

Різниця в показниках величини pH водної витяжки сої обох варіантів була із незначними відхиленнями, а титрування 0,01 н NaOH до pH 7,0 розчинів водного екстракту є досить чутливим фактором, щоб виявити різницю в кислотній ємності.

За висновком В.В. Закревського (2006) [5], наука поки що не в змозі дати остаточну відповідь на питання – чи безпечні для здоров'я людини ГМ продукти? І це не залежить від бажання чи не бажання 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 не виявлення будь-якого токсину або біологічно-активних сполук наявних у нових продуктах чи компонентах продуктів харчування, які можуть бути небезпечними для здоров'я людей. У трансгенних продуктах можуть визначитися 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 (2006) підкреслює, що лабораторні дослідження не можуть дати вичерпну інформацію про ГМ продукти [5]. Діагностика ДНК здатна тільки встановити чи є в продуктах чужорідний ген, чи немає, тому необхідно зазначити, поряд із існуючими показниками, які характеризують генетично модифіковану раундапостійку сою, також кислотну ємність неподрібнених бобів (зерна). Подрібнені боби ГМ сої через амфотерну властивість білків мають здатність до підвищення і зниження цього показника.

Виникає питання, які ж аргументи покладені в основу визначення кислотної ємності в бобах ГМ і не ГМ сої?

В проведених дослідженнях по пригніченню росту проростків зерна пшениці, тритикале, жита під впливом водної витяжки раундапостійкої ГМ сої порівняно з не ГМ соєю [6], нами переосмислена негативна дія водної витяжки ГМ сої на проростки зазначених культур. Так довжина проростків пшениці на дистильованій воді становила в середньому 4,67 см, а на водній витяжці із не ГМ сої – 2,48 см, або майже в 1,9 рази менше. Отже водна витяжка не ГМ сої пригнічувала інтенсивність росту проростків приблизно на 90% проти дистильованої води. Пригнічення проростків на водній витяжці раундапостійкої ГМ сої проти не ГМ сої становило 219%.

Зерно тритикале має високий рівень схожості – 90-94% на фоні дистильованої води і витяжок із не ГМ сої та раундапостійкої ГМ сої. Рівень пригнічення росту проростків насіння тритикале витяжкою не ГМ сої становить лише 20%, тоді як для аналогічної

витяжки з раундапостійкою ГМ соєю щодо не ГМ сої пригнічується ріст на 225% або майже в 2,3 рази.

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

До таких результатів досліджень необхідно додати, що негативний вплив гліфосату у водній витяжці ГМ сої порівняно з не ГМ соєю відбувається за умов гідропоніки, коли білкові сполуки і гліфосат із водою надходять у вегетуючі проростки насіння. Ці неспецифічні білкові сполуки з пептидами метилфосфонільної групи негативно впливають на рослин-

Таблиця – Кислотна ємність сої класичної селекції (не ГМ) і генетично модифікованої раундапостійкої (ГМ)

№ зразка сої	Не ГМ соя (контроль)	ГМ соя (дослід)	± % до контролю
	Кислотна ємність. мл 0,01 н NaOH при титруванні до pH 7,0 водної витяжки	Кислотна ємність. мл 0,01 н NaOH при титруванні до pH 7,0 водної витяжки	
1	11.0	13.5	23
2	9.5	12.3	30
3	9.1	12.2	34
4	9.8	12.4	26
5	9.4	12.1	28
6	10.3	13.6	32
7	9.8	12.6	27
8	9.9	12.4	25
9	9.4	12.1	28
10	8.8	11.4	32
11	9.6	12.8	33
12	8.9	11.2	25
13	10.6	13.3	25
14	9.3	12.6	36
15	9.7	12.1	24
M±m	9,7±0,16	12,4±0,18*	28

Примітка. * $p < 0,001$.

ні клітини проростків, тобто, різко пригнічують їх ріст порівняно з водною витяжкою не ГМ сої.

При розкритті впливу водної витяжки генетично модифікованої раундапостійкої сої порівняно з такою витяжкою не ГМ сої на лінійний ріст і формування зерна гороху в польових умовах нами встановлено: пригнічення лінійного росту гороху (висоти стебла) ($P < 0,001$) під впливом витяжки ГМ сої порівняно із не ГМ соєю. Водна витяжка сої класичної селекції (не ГМ) достовірно ($P < 0,001$) стимулювала лінійний ріст гороху порівняно із обприскуванням листової поверхні дистильованою водою [7]. Нами зроблено висновок, що в основі такого впливу витяжки ГМ сої є наявність в ній високоактивних токсичних сполук, синтезованих генами бактерії *Agrobacterium tumefaciens*, але поряд з цим слід доповнити і високою кислотною ємністю, обумовленою метилфосфонільною групою гліфосату. Адже для обприскування ділянки 1 м² брали 200 г бобів сої ГМ і кип'ятили в 3 л дистильованої води протягом 1 години. Обприскування проводили через день до повного формування зерна гороху.

Аналіз пригнічення лінійного росту незахищених дуже тендітних тканин проростків зерна пшениці, тритикале і жита під дією водної витяжки ГМ сої порівняно з не ГМ соєю співпадає з таким же пригніченням сформованих тканин стебла гороху. На нашу

думку цей факт пояснюється негативною дією неприродних пептидів із метилфосфонільною групою гліфосату на активність ферментів і гормонів. Це стосується опосередковано і організму людей, зокрема, дітей та молодих сімей при споживанні з продуктами харчування неприродних пептидів із метилфосфонільною групою гліфосату.

Результати досліджень кислотної ємності генетично модифікованої раундапостійкої сої і сої класичної селекції, які подані в **таблиці**, свідчать, що ГМ соя має більшу кислотну ємність від 23 до 36% порівняно із соєю не ГМ. Проведено аналіз 15 різних сортів сої не ГМ і 15 зразків ГМ сої вирощених в різних господарствах. Не викликає дискусії різниця в межах 23-36% збільшення кислотної ємності в бобах ГМ сої проти не ГМ сої і це, на нашу думку, за рахунок метилфосфонільної групи гліфосату.

Можна очікувати, що метилфосфонільна група гліфосату може мати токсичний ефект і через вставки гліфосату у великій кількості різних пептидних послідовностей в результаті інгібування декількох різних протеаз гліфосатом, що містить короткі пептидні ланцюги і це може мати непередбачувані наслідки [4].

У дослідженні Американського коледжу харчування виявлено, що соя може прискорити старіння клітин головного мозку. Мозок людей похилого віку, які їли соєве тофу два рази на тиждень протягом 20 років виявився старішим набагато швидше ніж зазвичай. Ізраїль та Німеччина видали попередження щодо споживання соєвих продуктів для дітей молодшого віку та немовлят. Нова Зеландія також попереджає, що заміник молока із соєю для немовлят повинен використовуватись лише, як крайній засіб. На сьогоднішній день ці три країни є єдиними, що виявляють сильну протидію споживання сої [8]. В 2004 році в країнах Європейського Союзу використання ГМО в продуктах дитячого харчування для дітей до 4-х років було повністю заборонено.

Необхідно зазначити, що в Стародавньому Китаї, звідки походить соя, 1100 років до нашої ери добре знали про можливі токсичні наслідки сої, тому вони були надзвичайно обережні при її споживанні. На сьогодні соя залишається продуктом харчування для китайців та японців, але споживають її в невеликій кількості і переважно як приправу [9]. Так це соя класичної селекції, тобто, не ГМ. Міністерство охорони здоров'я Ізраїлю, Французьке харчове агентство, Німецький інститут оцінки ризиків та Британська дієтологічна асоціація попереджають батьків та педіатрів, що (суміш із соєю) як заміник молока може поставити під загрозу розвиток мозку і тіла, тому використовувати її лише як крайній засіб [10].

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 Караско виявлено відхилення у розвитку ембріонів, яким вводили 2,03 мг/кг гліфосату. Раундап містить один специфічний інертний інгредієнт polyethoxylated tallowamine, або POEA, який більш шкідливий для ембріона людини, плаценти і стовбурових клітин пуповини, ніж навіть сам гліфосат.

Не виникає сумніву, що генетично модифікована раундапостійка ГМ соя при її вирощуванні зазнає стресу під дією сильного гербіциду Raundar. Стрес

призводить до змін у метаболізмі, його регуляції та структурних симптомів, які вказують на перебудови в межах анаболічних, катаболічних, амфіболічних та анаплеротичних шляхів, як, наприклад, накопичення проліну в умовах засухи та засоленості, акумуляція манітолу та сорбітолу за водного стресу, утворення білків теплового шоку і т. д. Імовірно, що такі зміни здебільшого пов'язані з метаболізмом O_2 – окислювальний стрес унаслідок збільшення супероксидних радикалів та перекису водню. Відомо, що абсцизова кислота відіграє провідну роль у виявах життєдіяльності клітин, які супроводжують стрес, конкретно в перетворенні стресорного зовнішнього сигналу в генну експресію. У зв'язку з цим, дослідження шляхів включення АБК в реакції відповіді рослинних клітин на стрес визнають пріоритетним напрямом. Визначено мінімальний поріг АБК в рослині, що є істотним для ранніх подій у генерації електричних сигналів та опосередкування експресії гена *Pip₂* (інгібітор протеази II) [11,12].

Стресові чинники виявляють вплив не лише на рослину загалом, а й на конкретні її тканини та клітини. Установлено, що стресорні впливи на клітини здатні передавати свої сигнали ядру, частково використовуючи міоген-активовані протеїнкінази. Білок теплового шоку 90кД функціонує як молекулярний шаперон. Для різних протеїнкіназ, наприклад, цей білок стабілізує циклон-залежні протеїнкінази та інгібує кіназну активність. Такий механізм здатний пояснити молекулярний механізм пригнічення росту в стресових умовах або підвищення синтезу стрес-білків [13,14,15].

За оптимальних умов вегетації рослини підтримують у клітинах специфічні показники такого потенціалу і регулюють відповідний окисно-відновний клітинний потенціал у процесі гомеостазу. Зміни умов вегетації призводять до відхилення показників окисно-відновного потенціалу від його оптимальних значень і відіграють ключову роль у життєвих процесах рослин. Сигнальними речовинами у таких процесах є молекули НАДФ, глутатіон, тиоредоксин, глутаредоксин та ін. Значні відхилення умов вегетації рослин від оптимальних параметрів середовища в напрямі песимуму (крайніх – екстремальних показників) призводять до індукування стресів різної глибини. На такі відхилення клітини рослин реагують насамперед локальним підвищенням концентрації іонів кальцію [12,16,17,18].

Детальний аналіз впливу стресів на клітинному рівні в рослин обґрунтовується тим, що генетично модифікована ГМ соя має вищу кислотну ємність порівняно із соєю класичної селекції і це пов'язано із наявністю в її бобах метилфосфонільної групи гліфосату, який здатний до біоакумуляції в організмі тварин і виявлений у всіх тканинах, залозах і органах [3]. Гліфосат виявлено також у сечі дітей. Проаналізовано сечу 118 дітей (66 дітей фермерів і 52 – не фермерів) в штаті Айова та інших фермерських господарств. Виявлено, що добовий вміст гліфосату в сечі дітей в обох групах був однаковими 0,013-0,34 мг/кг. Близько 30% спожитого гліфосату залишається в організмі [19].

Тоді на основі такого аналізу виникає питання. В якій формі може проявлятися реакція організму тварин і людини на стрес – поступлення в їх організм

неприродних пептидів з метилфосфонільною групою гліфосату? Це має місце при споживанні генетично модифікованої раундапостійкої ГМ сої в продуктах харчування людей і кормах для тварин. Адже підвищення кислотної ємності в ГМ сої стосується окисно-відновної системи цитоплазми клітин, тому дослідження цих питань може бути пріоритетним напрямом.

Висновки. Розроблена нами методика визначення кислотної ємності в бобах сої підтверджує наяв-

ність в раундапостійкій сої неприродних пептидів із синтетичною молекулою гліцину з метилфосфонільною групою гліфосату, тому споживання її в продуктах харчування для людей є небезпечним.

Перспективи подальших досліджень. Вивчення впливу високої кислотної ємності транс генної сої на організм тварин і застереження щодо можливого впливу на організм людей.

Література

1. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues Geneva, Switzerland, 20-29 September 2005.
2. Anonymous (2001) Commission working document. Review report for the active substance glyphosate. Finalized in the Standing Committee on Plant Health at its meeting on 29 June 2001 in view of the inclusion of glyphosate in Annex I of Directive 91/414/EEC.
3. Howe RK, Chott RC, McClanahan RH. The Metabolism of Glyphosate in Sprague Dawley Rats. Part II. Investigation, Characterization and Quantification of Glyphosate and its Metabolites after Intravenous and Oral Administration (unpublished study MSL-7206 conducted by Monsanto and submitted to the EPA July 1988). MRID#407671-02 (1988).
4. Samsel A, Seneff S. Glyphosate pathways to modern diseases V: Amino acid analogue of glycine in diverse proteins. Journal of Biological Physics and Chemistry. 2016;16:9-46.
5. Zakrevskiy VV. Henetychesky modyfitysyrovannyye ystochnyky pyshchyrastytelnoho proyskhozhdenniya. Zakrevskiy VV: Prakticheskoe rukovodstvo po sanyarno-epidemiologicheskomu nadzoru. Sankt-Peterburh: Dyalekt; 2006. 152 s. [in Russian].
6. Kulyk MF, Kornichuk OV, Buhaiov VD. Pryhnychennia rostu prorstkiv zerna pshenytsi, trytkale i zhyta pid vplyvom vodnoi vytyazhky raundapostiikoї HM soi porivniano z ne HM soieiu. Visnyk aharnoi nauky. 2013;6:21-4. [in Ukrainian].
7. Kulyk MF, Kulyk YM, Obertiukh YV. Do pytannia vplyvu henetychno modyfikovanoi soi na zhyvi orhanizmy. Visnyk aharnoi nauky. 2015;6:33-6. [in Ukrainian].
8. Hauser A. The Truth About Soy. Available from: <https://www.everydayhealth.com/diet-nutrition/the-truth-about-soy.aspx>
9. Wood R. Urban weed control: Innovations in kerb and channel weed management. 14th Australian Weeds Conference. September 6-9, 2004. Wagga-Wagga, New South Wales. Australia. 2004. p. 210-1.
10. Daniel, Kaayla T. The Whole Soy Story: The Dark Side of America's Favorite Health Food. Washington DC, New Trends, 2005. p. 251-8, 307-8, 355, 371-2.
11. Herde O, Coptes HP, Wasternack C, Willmitzer L, Fisahn J. Electric signalins and Pin2 gene expression on different abiotic stimuli depend on distinct threshold level of endogenous abscisic acid in several abscisic acid – deficient tomato mutants. Plant Physiology. 1999;119(1):213-8. DOI: 10.1104/pp.119.1.213
12. Pell EJ, Steffen KL, editors. Elstner EF. Mechanisms of oxygen activation in different compartments of plant cells. 1991. p. 13-25.
13. Dwyer LM, Tollenaar M, Stewart DW. Changes in plant density dependence leaf photosynthesis of maize (Zea mays L.) hybrids, 1959 to 1988. Canadian Journal of Plant Science. 1991;71(1):1-11. DOI: 10.4141/cjps91-001
14. Frey NM. Dry matter accumulation in kermels of maize. Crop Science. 1981;21(1):118-22. DOI: 10.2135/cropsci1981.0011183X002100010032x
15. Zobiole LHS, de Oliveira RS, Huber DM, Constantin J, de Castro C, de Oliveira FA, et al. Glyphosate reduces shoot concentration of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. Plant soil. 2009;328:57-69.
16. Elstner EF, Osswald WH. Mechanisms of oxygen activation during plant stress. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences. 1994;102:131-54. DOI: 10.1017/S0269727000014068
17. Scheppard AW, Shaw RH, Sforza R. Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. Weed Research. 2006;46:93-117. DOI: org/10.1111/j.1365-3180.2006.00497.x
18. Ivashchenko OO, Ivashchenko OO. Problemy stresiv u roslyn i sposoby yikh rozv'iazannia. Visnyk aharnoi nauky. 2019;7:27-35. [in Ukrainian].
19. Kruger M, Schrodri W, Neuhaus J, Shehata AA. Field Investigations of Glyphosate in Urine of Danish Dairy Cows. J Environ Anal Toxicol. 2013;3:186. DOI: 10.4172/2161-0525.1000186

КИСЛОТНА ЄМНІСТЬ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ РАУНДАПОСТІЙКОЇ СОЇ

Кулик Я. М., Виговська І. О., Гончар Л. О., Хіміч О. В.

Резюме. Розроблено методику визначення кислотної ємності генетично модифікованої раундапостійкої сої (ГМ) і не ГМ сої. Встановлено, що метилфосфонільна група гліфосату збільшує кислотну ємність генетично модифікованої раундапостійкої сої порівняно з не ГМ соєю і на цю особливість ГМ сої ніхто з дослідників не звертав уваги, а при вирощуванні ГМ сої вона піддається стресу під дією сильного гербіциду Roundup. Тоді виникає питання. В якій формі може проявитись реакція організму тварин і людей на стрес – поступлення в їх організм пептидів з метилфосфонільною групою гліфосату? Це має місце при споживанні ГМ сої в продуктах харчування людей і кормах для тварин. Адже підвищення кислотної ємності в ГМ сої стосується окисно-відновної системи цитоплазми клітин, тому дослідження цих питань може бути пріоритетним напрямом.

Ключові слова: кислотна ємність, соя трансгенна, стрес, гліфосат, метилфосфонільна група.

КИСЛОТНАЯ ЕМКОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ РАУНДАПОСТОЙКОЙ СОИ

Кулик Я. М., Виговская И. А., Гончар Л. А., Химич А. В.

Резюме. Разработана методика определения кислотной емкости генетически модифицированной раундапостойкой сои (ГМ) и не ГМ сои. Установлено, что метилфосфонильная группа глифосата увеличивает кислотную емкость генетически модифицированной раундапостойкой сои по сравнению с не ГМ соей и на эту особенность ГМ сои никто из исследователей не обращал внимания, а при выращивании ГМ сои она подвергается стрессу под действием сильного гербицида Roundup. Тогда возникает вопрос. В какой форме может проявиться реакция организма животных и людей на стресс – поступление в их организм пептидов с метилфосфонильной группой глифосата? Это имеет место при потреблении ГМ сои в продуктах питания людей и кормах для животных. Ведь повышение кислотной емкости в ГМ сои касается окислительно-восста-

новительной системы цитоплазмы клеток, поэтому исследование этих вопросов может быть приоритетным направлением.

Ключевые слова: кислотная емкость, трансгенная соя, стресс, глифосат, метилфосфонильная группа.

ACIDIC CAPACITY OF GENETICALLY MODIFIED ROUNDUP-RESISTANT SOYBEANS

Kulik Ya. M., Vygovska I. O., Gonchar L. O., Khimich O. V.

Abstract. The method of determination of acid capacity of genetically modified roundup-resistant soybean (GM) and not GM soybean has been developed. 25 g of soybeans (grains) of both variants were weighed out and placed in heat-resistant beakers, in which 150 ml of distilled water were added and heated to boiling, and then boiled for 30 min. Under such conditions, in an aqueous solution proceeds nonproteinaceous soluble protein fraction, soluble fraction of proteins, apparently, fatty acids, carbohydrates, minerals and amino acids. Along with this, the aqueous solution proceeds organic acids of the Krebs cycle (succinic, malic, citric, etc.) and their salts as well as glyphosate and its metabolites. After cooling the aqueous extract of soybeans of both variants, it was filtered through nylon fabric, and then 20 ml of filtered aqueous solution were taken and its pH was measured. Then, under the control of a pH meter, a solution of 0.01 n NaOH was titrated to pH 7, thus the acid capacity of the non-genetically modified soybean aqueous extract (control) and GM soybean (experiment) were determined. The difference in the values of 0.01 n NaOH of the aqueous extract of non-GM soybean (control) and the same extract of GM soybean corresponded to the different acidic capacity of soybean of both variants. It was found that the glyphosate methylphosphonyl group increased the acid capacity of genetically modified roundup-resistant soybean compared to non-GM soybeans, and this feature GM soya none of the researchers paid attention, and when growing GM soybeans, it subjected to stress under the action of strong herbicide Roundup. Then the question arises. In what form can manifest reaction organism of animals and humans to stress – the entry into their body of peptides with the methylphosphonyl group of glyphosate? This is the case when consuming GM soybeans in human foods and animal feeds. After all, increasing the acid capacity in GM soybeans concerns the redox system of the cytoplasm of cells, so research into these issues can be a priority.

Key words: acid capacity, soybean transgenic, stress, glyphosate, methylphosphonyl group.

*Рецензент – проф. Білаш С. М.
Стаття надійшла 10.03.2020 року*