



УДК 612.648:636.02:633.34

ВПЛИВ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ НА ПОСТНАТАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЩУРІВ ТРЕТЬОГО ПОКОЛІННЯ

Н. М. ОМЕЛЬЧЕНКО, *здобувач*

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
Чернівецький факультет

E-mail: bioprofy@gmail.com

Г. В. ДРОНИК, *доктор біологічних наук, професор, академік НААН*

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

<https://doi.org/10.31548/bio2018.05.008>

За об'ємами вирощування сої Україна є однією з лідерів у Європі та світі. За неофіційними оцінюваннями понад 50 % посівів сої в Україні засівається трансгенними сортами. Оскільки площі, зайняті генетично модифікованою соєю постійно розширюються, треба детально оцінити потенційні загрози, пов'язані зі споживанням цього продукту.

У статті наведені результати дослідження впливу традиційної та генетично модифікованої сої в складі раціону зі вмістом 35 % за протеїном на постнатальний розвиток щурів третього покоління. Проводили підрахунок кількості живих і мертвих нащадків, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, вираховували виживаність, визначали зміну маси тіла щуренят упродовж 2 місяців. Результати досліджень свідчать про відсутність негативного впливу термічно оброблених генетично модифікованих соєвих бобів на репродуктивні функції щурів та фізичний розвиток нащадків третього покоління. Проведено порівняння постнатального розвитку щурів контрольної та дослідних груп. Статистично не виявлено вірогідної різниці між експериментальними групами. Показники були у межах фізіологічних норм, характерних для даних тварин. Заразом виявили тенденцію до зменшення кількості щуренят у підсисному віці у групі, яка отримувала генетично модифіковану сою.

Ключові слова: традиційна соя, генетично модифікована соя, самиці щурів, нащадки, постнатальний розвиток, виживаність, фізичний розвиток

Актуальність. Людство почало змінювати генетичну структуру організмів для підвищення загальної продуктивності рослин, надання їм стійкості проти різних хвороб, шкідників, гербіцидів, абіотичних стресових чинників. Перші комерційні біотехнологічні культури почали вирощувати у світі в 1996 році. За даними

International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications [1] у 2017 році площа, зайнята біотехнологічними культурами сягнула 189,9 млн га. Переважно вирощуються генетично модифіковані сорти чотирьох видів сільськогосподарських культур (соя, бавовна, кукурудза, ріпак), серед яких найбільша площа засія-



на гербіцидотолерантною генетично модифікованою соєю. Протягом останніх років генетично модифіковані сорти сої вирощувалися в понад 30-и і споживалися в понад 50 країнах світу.

Україна за об'ємами вирощування сої входить до першої десятки країн світу. Кількісна динаміка зареєстрованих у державі сортів вказує на привабливість українського ринку сої для насадницьких компаній. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, станом на 2017 рік зареєстровано 204 сорти сої культурної. Проте в Україні широко розповсюдженими є сорти генетично модифікованої сої стійкі до дії гербіциду Roundup: Аполло, Монро, Максус, Харді, Сенсор, Гримо тощо. За неофіційними даними понад 50 % посівів сої в Україні засівається трансгенними сортами. Результати офіційних досліджень харчових продуктів та сільськогосподарської сировини щодо вмісту ГМО одержані упродовж 2013-2016 рр. [2] засвідчують присутність модифікованих компонентів у 4-8 % проаналізованих зразків. Неконтрольоване поширення території України Roundup стійкої сої може підвищити ймовірність потрапляння її в харчовий раціон споживачів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дискусія щодо безпечності споживання трансгенних культур триває у світі вже досить довгий час, проте однозначної відповіді досі немає. Аналіз сотень наукових робіт, що поданий у звіті «Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects» [3], не встановив однозначно доведених чинників негативного впливу генетично модифікованих культур та одержаних із них харчових продуктів на здоров'я людини. Однак, частина вчених вважає використання біотехнологічних культур потенційно небезпечним, оскільки доказів їхньої безпеки також поки ніхто не зміг надати. Результати досліджень Seralini G. E., Malatesta M., Brasil F. V., Єрмакової Є. М., Коновалової

М. А., Лукашенко Т. М., Долайчук О. П., Самсонюк І. М., Коцюмбас Г. І., Кулик Я. М., Кулик М. Ф., Обертюх Ю. В. вказують на первинні відхилення в розвитку внутрішніх органів лабораторних тварин, потенційну можливість хронічної токсичності та виникнення різних захворювань у нащадків. Аналіз опублікованих результатів експериментів свідчить про відмінності в кількості спожитих ГМ кормів, складі раціону харчування, віку та статі тварин, тривалості спостережень тощо. Тому постає завдання тривалого дослідження впливу ГМО на тваринні організми і визначення можливих способів підготовки модифікованих сільськогосподарських культур до безпечного споживання тваринами у складі кормів та людиною у складі харчових продуктів.

Мета дослідження вивчення впливу термічно обробленої модифікованої сої на постнатальний розвиток нащадків щурів третього покоління.

Матеріали і методи дослідження. Експеримент проведено на трьох групах щурів лінії Вістар другого покоління (F2). Вихідні групи тварин віком 3-3,5 місяці сформовані з приплоду відповідних груп батьківського покоління. Під час дослідження тварини перебували у віварії в стандартних пластикових клітках із термообробленою стружковою підстилкою, за температури навколишнього середовища 20-22 °С, вологості повітря 50-60 %, стандартному світловому режимі «день-ніч».

Щурі були поділені на три групи: контрольна, дослідна 1 й дослідна 2. Групи формувалися методом випадкової вибірки з урахуванням маси тіла, як визначального чинника. Кожна група складалася з 12 щурів (8 самиць і 4 самці). Тварини групи «Контроль» споживали стандартний віварійний корм. Щурі групи «Дослідна 1» отримували стандартний раціон із заміною 35 % його за протеїном на боби нативної сої, групи «Дослідна 2»



– стандартний раціон із заміною аналогічної його частини на боби генетично модифікованої сої (*Roundup*[®] лінії GTS 40-3-2, який містить трансгени *sc4epsps* та регуляторні елементи – промотор *35S* і термінатор *NOS*). Раціони всіх груп тварин відповідали стандартним вимогам і прийнятним нормам. Експериментальні раціони тварини отримували упродовж усього терміну дослідження.

Перед заплідненням для знешкодження антипоживних речовин та зниження уреазної активності боби сої піддавали термічній обробці. Відмінність підготовки сої, у тому числі термічної, від наведеної в літературних джерелах була такою: соєві боби попередньо замочували в холодній воді на 12-16 годин, змінювали воду і відварювали упродовж 1-1,5 год, потім висушували за 115-125 °С. Після обробки здійснювали потенціометричне визначення активності уреазы [4], яка не перевищувала 0,05 рН.

Для запліднення до самок підсаджували самців у співвідношенні 2:1 на 1 естральний цикл (5 днів). Народження нащадків фіксувалося після 21-23 діб вагітності. Щуренят (покоління F3) відсаджували від матерів на 30 день життя й переводили на раціон, який отримала батьківська група. Для продовження експерименту відбирали нащадків від різних самок із метою рандомізації досліджень і запобігання інцесту.

У процесі дослідження фіксували показники репродуктивної здатності та дані постнатального розвитку приплоду інтактною та дослідних груп спостереженням за

тваринами упродовж перших двох місяців життя. Під час дослідження постнатального розвитку щурів третього покоління проводили підрахунок кількості живих і мертвих щуренят, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, вираховували виживаність, контролювали зміну маси тіла.

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті дослідження постнатального розвитку щуренят покоління F3 встановлено, що загальна кількість нащадків третього покоління в групі «Дослідна 2» склала 63 особи, середня величина приплоду $7,9 \pm 1,9$ голів. У групі «Дослідна 1» кількість народжених щуренят була рівна 57, середня величина приплоду $7,1 \pm 1,9$ голів. У контрольній групі кількість щуренят – 58, середня величина приплоду $7,3 \pm 1,8$ голів. Середня величина приплоду в щурів експериментальних груп третього покоління була дещо нижчою в порівнянні з величиною приплоду самок щурів першого та другого поколінь [5], але знаходиться в межах фізіологічних значень.

Постнатальний розвиток щурів третього покоління (F3) характеризується достатньою виживаністю в експериментальних групах. Показники життєздатності приплоду третього покоління наведено в таблиці 1. Так, у період з 1 до 5 доби життя смертність нащадків групи «Дослідна 1» склала 8,8 %, у період із 6-ї до 30 доби життя – 9,6 %, групи «Дослідна 2» – 9,5 % і 15,8 %, контрольної групи – 5,2 % і 9,1 %.

Спостерігається тенденція до зниження кількості щуренят у підсисному віці у групі тварин, що отримала в складі раціо-

Показники виживаності приплоду третього покоління

Група	Кількість самок, голів	Кількість народжених щуренят, голів	Показники виживаності за перші 5 діб		Показники виживаності з 6 до 30 доби	
			голів	%	голів	%
Контроль	8	58	55	94,8	50	90,9
Дослідна 1	8	57	52	91,2	47	90,4
Дослідна 2	8	63	57	90,5	48	84,2

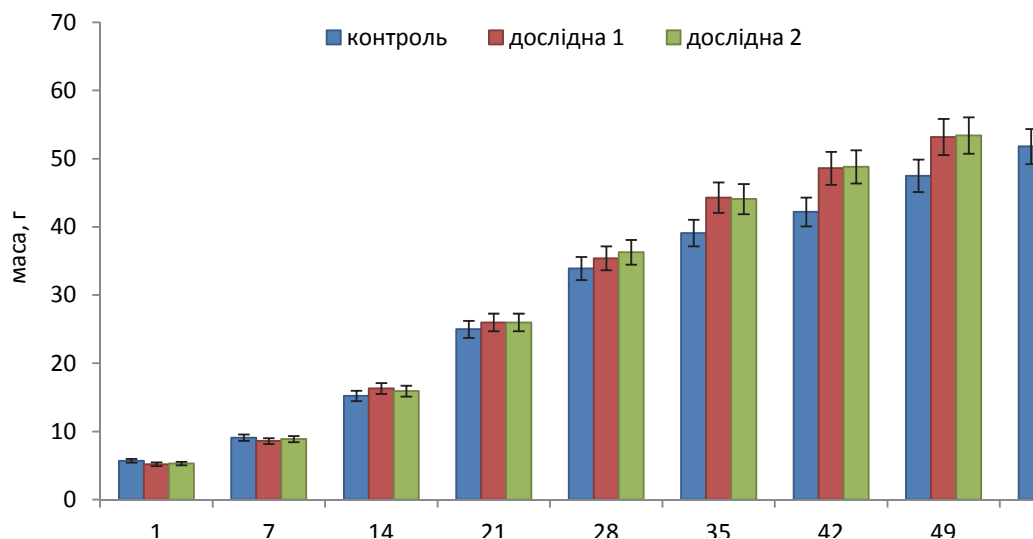


Рис. 1. Динаміка маси тіла щуренят третього покоління.

ну генетично модифіковані соєві боби. Це може пояснюватися ймовірним тривалим впливом фітоестрогенів та інших біологічно активних речовин у складі генетично модифікованої сої, що зумовило порушення ембріонального розвитку і, як наслідок, народження фізіологічно слабких та нежиттєздатних нащадків.

Співвідношення самців і самок для контрольної та двох дослідних груп у межах приплоду не виходили за межі значень характерних для лабораторних щурів.

Загальний стан щуренят третього покоління був задовільним: за зовнішнім виглядом, фізичним розвитком, поведінкою і швидкістю росту тварини дослідних груп не відрізнялися від щуренят контрольної групи. Видимих каліцтв у всіх експериментальних групах не виявлено. Відлипання вухних раковин фіксувалося на 3-4 день, поява волосяного покриву – на 5-6 день, прорізування зубів – на 9-10 день, відкриття очей – на 15-16 день.

Зважування щуренят при народженні не показало вірогідних міжгрупових відмінностей ($m_{\text{контроль}} = 5,7 \pm 0,54 \text{ г}$; $m_{\text{дослідна 1}} = 5,2 \pm 0,49 \text{ г}$; $m_{\text{дослідна 2}} = 5,3 \pm 0,52 \text{ г}$),

хоча помітна тенденція до зменшення маси новонароджених у дослідних групах. Загалом показники живої маси тварин відповідають фізіологічним нормам для молодняку щурів у цьому віці. Щотижневе зважування експериментальних тварин показало, що маса щуренят третього покоління до віку 28 дб усіх трьох груп (рис. 1) була в межах фізіологічної норми й достовірно між собою не відрізнялася.

Після переходу щуренят на споживання раціону відповідної дослідної групи, спостерігається активніше збільшення маси тіла у тварин груп «Дослідна 1» та «Дослідна 2», які у складі корму отримували термічно оброблені соєві боби. У віці 2 місяців щуренята обох дослідних груп важили на 12,4 % більше за щуренят контрольної групи. Така тенденція може бути пояснена збільшенням перетравності білків сої в результаті термообробки та кращою їхньою засвоюваністю дослідними тваринами, оптимальним рівнем надходження енергії та інших поживних речовин, особливо біологічно повноцінного білка збалансованого за вмістом незамінних амінокислот.



Висновки й перспективи. Результати проведених досліджень вказують на відсутність вірогідно встановленого впливу термічно оброблених генетично модифікованих соєвих бобів у складі раціону зі вмістом 35 % за протеїном на репродуктивні функції шурів та фізичний розвиток нащадків третього покоління. Усі досліджувані показники знаходилися у межах фізіологічних норм, характерних для даних тварин.

Виявили тенденцію до зменшення кількості щуренят у підсисному віці на

15,8 % в групі, яка отримувала у складі раціону генетично модифіковану сою.

Спостерігається активніше нарощування маси тіла тварин у дослідних групах, які у складі корму отримували термічно оброблені соєві боби.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу генетично модифікованої сої у складі корму на масо-метричні показники внутрішніх органів та стан видільної системи лабораторних тварин за тривалого вживання соєвих бобів.

Література

1. ISAAA Brief 53-2017. Global Status of Commercialized Biotech. GM Crops: 2017. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf> (дата звернення: 15.10.2018).
2. Облап Р. В., Новак Н. Б., Димань Т. М. Моніторинг поширення біотехнологічних культур в Україні. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2017. №1. С.56-59.
3. Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK424543/> (дата звернення: 15.10.2018).
4. Використання сої в годівлі свиней, телят, птиці. Рекомендації. Вінниця: Інститут кормів НААН України, 2010. 58 с.
5. Омельченко Н. М., Дроник Г. В. Вплив традиційної та генетично модифікованої сої на постнатальний розвиток шурів. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2017. Вип. 18. № 2. С. 159–164.

References

1. ISAAA Brief 53-2017. Global Status of Commercialized Biotech. GM Crops: 2017. <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf> (Accessed Oct. 15, 2018).
2. Oblap, R. V., Novak, N. B., Dyman, T. M. (2017) Monitorynh poshyrennia biotekhnolohichnykh kultur v Ukraini [Monitoring of food, feed, agricultural raw material for genetically modified ingredients in Ukraine]. Bulletin of Uman National University of Horticulture. 1, 56-59.
3. Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK424543/> (Accessed Oct. 15, 2018).
4. Vykorystannia soi v hodivli synei, teliat, ptytsi. Rekomendatsii (2010). [Use of soy in feeding pigs, calves, poultry. Recommendations]. Vinnytsia: Instytut kormiv NAAN Ukrainy, 58.
5. Omelchenko, N. M., Dronyk, H. V. (2017) Vplyv tradytsiinoi ta henetychno modyfikovanoi soi na postnatalnyi rozvytok shchuriv [Influence traditional and genetically modified soybeans on postnatal development of rats]. Scientific-technical bulletin SCIVP of veterinary medical products and feed additives. Lviv, 18 (2), 159–164.

SUMMARY

N. Omelchenko, G. Dronik. Influence genetically modified soybeans on postnatal development of the third generation rats. Biological Resources and Nature Management. 2018. 10, № 5–6. – P. 62–67. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.008>



Ukraine is one of European and world leaders in soybean cultivation. According to some estimations, 50 % of the crops area is used currently for cultivation of the genetically modified varieties. As modified soybean areas are expanding, potential nutritional threats related to this product should be thoroughly assessed.

In the article described results researches of influence traditional and genetically modified soybeans in ration with content 35 % protein on postnatal development of the third generation rats. Counted up the amount of living and dead rats, determined the average size of new-born, by sight fixed general physical state, short-changed survivability, measured body mass of the rat in 2 months. The researches results testify to absence of

negative influence of the thermally treated genetically modified soybeans on the genesial functions of rats and posterity development third generation. Investigated comparison of postnatal posterity development in control and experimental the groups did not find out meaningful differences. The probed indexes were within the limits of physiology norms, characteristic for rats. At the same time, there was a tendency to reduce number rats of age 6-30 days in groups that received genetically modified soy.

Keywords: traditional soybean, genetically modified soybean, rat's females, posterity, postnatal development, survivability, physical development

АННОТАЦІЯ

Н.Н. Омельченко, Г.В. Дроник. Влияние генетически модифицированной сои на постнатальное развитие крыс третьего поколения. Биоресурсы и природопользование. 2018. 10, № 5–6. С. 62–67. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.008>

По объемам выращивания сои Украина является одной из лидеров в Европе и мире. По неофициальным оценкам более 50 % посевов сои в Украине засеваются трансгенными сортами. Поскольку площади, занятые генетически модифицированной соей постоянно расширяются, следует детально оценить потенциальные угрозы, связанные с потреблением этого продукта.

В статье приведены результаты исследования влияния традиционной и генетически модифицированной сои в составе рациона с содержанием 35 % по протеину на постнатальное развитие крыс третьего поколения. Проводили подсчет количества живых и мертвых потомков, определяли среднюю величину приплода, визуальнo фиксировали общее физическое развитие, рассчитывали выживаемость, определяли изменение массы тела крысят в течение 2 месяцев. Результаты

исследований свидетельствуют об отсутствии негативного влияния термически обработанных генетически модифицированных соевых бобов на репродуктивные функции крыс и физическое развитие потомства третьего поколения. Проведено сравнение постнатального развития крыс контрольной и опытных групп. Статистически не обнаружено достоверной разницы между экспериментальными группами. Показатели находились в пределах физиологических норм, характерных для данных животных. Вместе с тем, обнаружили тенденцию к уменьшению количества крысят в подсосном возрасте в группе, получавшей генетически модифицированную сою.

Ключевые слова: традиционная соя, генетически модифицированная соя, самки крыс, потомство, постнатальное развитие, выживаемость, физическое развитие