

ВПЛИВ ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ НА ПОСТНАТАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЩУРІВ

*Н. М. Омельченко¹, здобувач
Г. В. Дроник², д-р біол. наук, професор, академік НААН*

¹Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",
Чернівецький факультет
вул. Головна, 203а, м. Чернівці, 58018, Україна

²Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН
вул. Богдана Крижанівського, 21а, м. Чернівці, 58026, Україна

У статті наведені результати дослідження впливу традиційної та генетично модифікованої сої в складі раціону зі вмістом 20 % на постнатальний розвиток щурів у двох поколіннях. Проводили підрахунок кількості живих і мертвих нащадків, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, обраховували виживаність, вимірювали масу тіла. Результати досліджень свідчать про відсутність негативного впливу термічно оброблених генетично модифікованих соєвих бобів на репродуктивні функції щурів та розвиток нащадків першого і другого поколінь. Проведено порівняння постнатального розвитку щурів дослідних та контрольної груп для першого та другого поколінь. Статистично не виявлено вірогідної різниці між досліджуваними групами. Показники знаходились у межах фізіологічних норм, характерних для даних тварин. Разом з тим, виявили тенденцію до зменшення кількості щуренят у підсисному віці в групах, які отримували генетично модифіковану сою.

Ключові слова: ТРАДИЦІЙНА СОЯ, ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНА СОЯ, САМКИ ЩУРІВ, НАЩАДКИ, ПОСТНАТАЛЬНИЙ РОЗВИТОК, ВИЖИВАНІСТЬ, ФІЗИЧНИЙ РОЗВИТОК.

Соєві боби містять 36-48 % білків, 13-27 % жирів, 17-34 % вуглеводів. Окрім того, соя є важливим джерелом вітамінів (тіамін, рибофлавін, піридоксин, фолієва кислота, холін, вітаміни Е та С), макро- та мікроелементів (К, Р, Са, Mg, Fe, Zn, Mn і Se), біологічно активних речовин (фосфоліпідів, токоферолів, фітоестрогенів тощо) [1–3]. Висока поживна цінність та оптимальний хімічний склад роблять боби сої цінним компонентом кормових добавок та різних харчових продуктів. Майже 60 % харчових продуктів у всьому світі містять інгредієнти, отримані з сої [2].

Для підвищення загальної продуктивності рослин, надання їм стійкості проти різних хвороб, шкідників, гербіцидів, абіотичних стресових чинників людство почало змінювати генетичну структуру організмів. За даними International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications [4] у 2016 році площа, зайнята такими біотехнологічними культурами сягнула 185,1 млн. га. Переважно вирощували генетично модифіковані сорти чотирьох видів сільськогосподарських культур (соя, бавовна, кукурудза, ріпак), серед яких площі засіяні генетично модифікованою соєю займають 50 % від загальної площі, зайнятої біотехнологічними культурами (рис.).

За об'ємами вирощування сої Україна входить до десятки країн світу та посідає перше місце в Європі. За неофіційними даними від 30 до 90 % посівів сої в Україні засівається трансгенними сортами, а з боку держави ще немає повноцінного контролю за кількістю засіяних площ та кількістю ввезеного до країни насінневого матеріалу [5]. Неконтрольоване

поширення по території України Roundup стійкої сої може підвищити ймовірність потрапляння її у харчовий раціон споживачів.

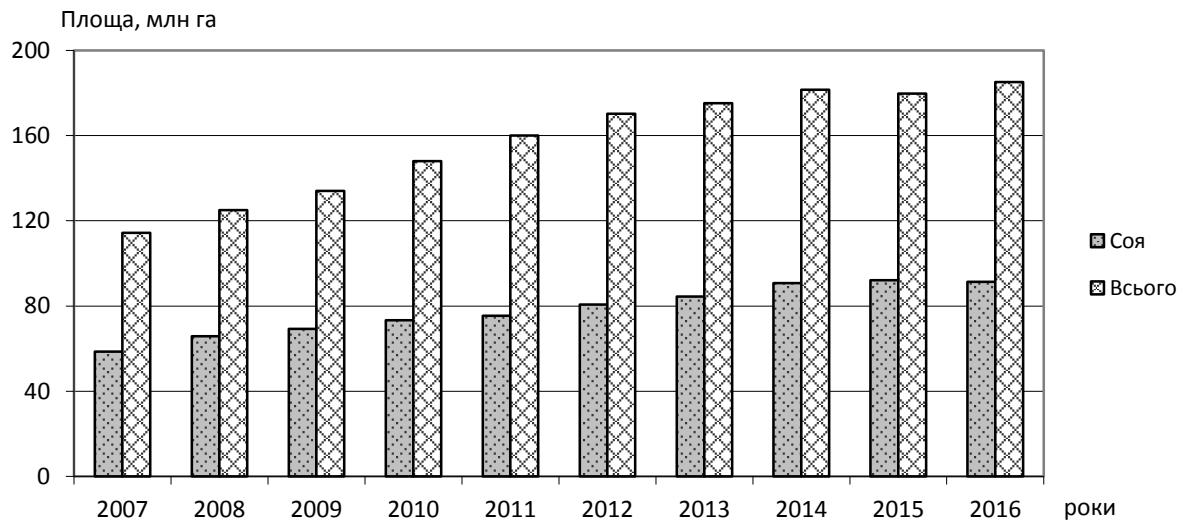


Рис. Динаміка вирощування генетично модифікованих культур у світі протягом 2007-2016 рр.

Дискусія щодо безпечності використання трансгенних культур гостро стоїть у світі понад десятиліття, однак однозначної відповіді на дане питання досі немає. Результати аналізу сотень наукових робіт, що увійшли до звіту "Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects (2016)" [6], не виявили жодних однозначно доведених ознак негативного впливу генетично модифікованих культур та одержаних із них продуктів на здоров'я людини. Однак, частина незалежних вчених вважає використання ГМО потенційно небезпечним, оскільки доказів їх безпеки також поки ніхто не зміг надати. У даних, отриманих Єрмаковою Є. М., Seralini G. E., Malatesta M., Brasil F. B., Коноваловою М. А., Лукашенко Т. М., Долайчук О. П., Самсонюк І. М., Коцюмбас Г. І. [7-14] зафіксовано первинні відхилення у розвитку внутрішніх органів лабораторних тварин, підтверджено потенційну можливість хронічної токсичності та виникнення різних захворювань у нащадків лабораторних тварин.

Метою роботи було вивчення впливу традиційної та генетично модифікованої сої на постнатальний розвиток нащадків щурів першого та другого покоління.

Матеріали і методи. Експеримент проведено на трьох поколіннях щурів лінії Вістар: батьківському (F0), першому (F1) і другому (F2). Вихідна група щурів – самки та самці, вік – 3-3,5 місяці. Тривалість експерименту 9 місяців. Під час дослідження тварини перебували у віварії в стандартних пластикових клітках з термообробленою стружковою підстилкою, при температурі навколишнього середовища 20–22 °С, вологості повітря 50–60 %, стандартному світловому режимі «день–ніч».

Щури були поділені на три групи: контрольна, дослідна 1 і дослідна 2. Групи формувалися методом випадкової вибірки з урахуванням маси тіла, як визначального фактора. Кожна група складалася з 12 щурів (8 самок і 4 самців). Тварини групи «Контроль» споживали стандартний віварійний корм. До складу раціону тварин групи «Дослідна 2» входило 20 % термічно обробленого зерна сої генетично модифікованого сорту «Roundup Ready» лінії GTS 40-3-2. Відмінність підготовки сої, у тому числі термічної, від наведеної в літературних джерелах була такою: соєві боби попередньо замочували у воді на 12 годин, відварювали протягом 60 хвилин і висушували при температурі 115-125 °С. Щури групи «Дослідна 1» отримували таку ж кількість традиційного аналога досліджуваних зерен сої з аналогічною обробкою, як і дослідні тварини. Раціони всіх груп тварин відповідали стандартним вимогам і

прийнятим нормам. Експериментальні раціони тварини отримували протягом усього терміну дослідження.

У процесі дослідження фіксували показники репродуктивної здатності та дані постнатального розвитку приплоду інтактної та дослідних груп спостереженням за тваринами протягом перших двох місяців життя. При дослідженні постнатального розвитку щурів першого і другого поколінь проводили підрахунок кількості живих і мертвих щуренят, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, обраховували виживаність, вимірювали масу тіла.

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 відсаджували від матерів на 30-й день життя і переводили на раціон, який отримувала батьківська група. Для продовження експерименту відбирали нащадків від різних самок з метою рандомізації досліджень і запобіганню інцесту.

Результати й обговорення. В результаті дослідження постнатального розвитку щуренят покоління F1 встановлено, що загальна кількість нащадків першого покоління в дослідній 2 групі склала 60 осіб, середня величина приплоду $8,6 \pm 1,5$ голів. В дослідній 1 групі кількість щуренят була рівна 64, середня величина приплоду $8,0 \pm 2,1$ голів. В контрольній групі кількість щуренят – 75, середня величина приплоду $9,4 \pm 2,4$ голів. Видимих каліцтв у всіх експериментальних групах не виявлено. Аналіз фізичного розвитку щуренят не виявив ніяких відхилень від норми. Відлипання вушних раковин фіксувалося на 3 день, поява волосяного покриву – на 5-6 день, прорізування зубів – на 9-10 день, відкриття очей – на 15-16 день.

Постнатальний розвиток щурів першого покоління в контрольній і дослідних групах характеризується високою виживаністю. Показники виживаності приплоду першого покоління наведено у таблиці 1. Так, в період з 1 по 5-у добу життя смертність нащадків дослідної 1 групи склала 6,2 %, в період з 6-ї по 30-у добу життя – 8,3 %, дослідної 2 групи – 8,3 і 12,7 %, відповідно. У групі контрольних тварин смертність нащадків на 5 добу життя склала 5,3%, в період з 6-ї по 30-у добу – 4,2 %.

Таблиця 1

Показники виживаності приплоду першого покоління

Групи	Кількість самок, голів	Кількість народжених щуренят, голів	Показники виживаності за перші 5 діб		Показники виживаності з 6 по 30 добу	
			голів	%	голів	%
Контроль	8	75	71	94,7	68	95,8
Дослідна 1	8	64	60	93,8	55	91,7
Дослідна 2	7	60	55	91,7	48	87,3

Приріст маси тіла щуренят трьох груп у віці 5-50 діб відповідав рівню приросту, характерному для тварин даного виду і віку.

Таким чином, результати дослідження постнатального розвитку щуренят першого покоління свідчать про відсутність різниці між тваринами, які одержували з раціоном боби генетично модифікованої сої та її традиційний аналог. Значення досліджених показників не виходили за межі фізіологічної норми.

Постнатальний розвиток щурів покоління F2 також характеризується високою виживаністю в експериментальних групах. Показники життєздатності приплоду другого покоління наведено у таблиці 2. Так, у період з 1 по 5-у добу життя смертність нащадків дослідної 1 групи склала 6,1 %, в період з 6-ї по 30-у добу життя – 8,1 %, дослідної 2 групи – 8,9 і 16,4 %, контрольної групи – 6,7 і 7,1 %, відповідно. Спостерігається тенденція до зниження кількості щуренят у підсисному віці у групі тварин, що отримувала в складі раціону генетично модифіковану сою. Середня величина приплоду в щурів експериментальних груп

другого покоління була дещо нижчою у порівнянні з величиною приплоду самок щурів першого покоління, але знаходилась у межах фізіологічних значень. Співвідношення самців і самок різнилося між групами, однак ці відмінності не виходили за межі значень характерних для лабораторних щурів.

Таблиця 2

Показники виживаності приплоду другого покоління

Групи	Кількість самок, голів	Кількість народжених щуренят, голів	Показники виживаності за перші 5 діб		Показники виживаності з 6 по 30 добу	
			голів	%	голів	%
Контроль	8	60	56	93,3	52	92,9
Дослідна 1	8	66	62	93,9	57	91,9
Дослідна 2	8	67	61	91,1	51	83,6

Загальний стан щуренят другого покоління був задовільним: за зовнішнім виглядом, фізичним розвитком, поведінкою і швидкістю росту тварини дослідних груп не відрізнялись від щуренят контрольної групи.

Результати дослідження постнатального розвитку щурів другого покоління свідчать про відсутність відмінностей між тваринами дослідних та контрольної груп. Отримані показники не виходять за межі фізіологічної норми.

В И С Н О В К И

Результати проведених досліджень вказують на відсутність вірогідного негативного чи позитивного впливу термічно оброблених генетично модифікованих соєвих бобів на репродуктивні функції щурів та розвиток нащадків першого і другого поколінь. Порівняння постнатального розвитку щуренят дослідних та контрольної груп поколінь F1 і F2 не виявило значущої різниці між групами. Всі досліджувані показники знаходились у межах фізіологічних норм, характерних для даних тварин. Разом з тим, виявили тенденцію до зменшення кількості щуренят у підсисному віці в групах, які отримували генетично модифіковану сою.

Перспективи досліджень. Вивчення впливу традиційної та генетично модифікованої сої у кормах на масометричні показники внутрішніх органів та стан видільної системи лабораторних тварин.

INFLUENCE TRADITIONAL AND GENETICALLY MODIFIED SOYBEANS ON POSTNATAL DEVELOPMENT OF RATS

N. N. Omelchenko¹, G. V. Dronik²

¹National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Chernivtsi Faculty
203a, Holovna str., Chernivtsi, 58018, Ukraine

²Bukovina State Agricultural Research Station of NAAS,
21a, Bohdana Kryzhanivskoho str., Chernivtsi, 58026, Ukraine

S U M M A R Y

In the article described results researches of influence traditional and genetically modified soybeans in ration with content 20 % on postnatal development of rats in two generations. Counted up the amount of living and dead rats, determined the average size of new-born, by sight fixed general

physical state, shortened survivability, measured body mass. The researches results testify to absence of negative influence of the thermally treated genetically modified soybeans on the genetical functions of rats and posterity development first and second generations. Investigated comparison of postnatal female posterity development in experimental and control the groups of the first and second generations 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, RATS FEMALES, POSTERITY, POSTNATAL DEVELOPMENT, SURVIVABILITY, PHYSICAL DEVELOPMENT.

ВЛИЯНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ СОИ НА ПОСТНАТАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ КРЫС

Н. Н. Омельченко¹, Г. В. Дроник²

¹Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт",
Черновицкий факультет
ул. Головна, 203а, г. Черновцы, 58018, Украина

²Буковинская государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН
ул. Богдана Крыжановского, 21а, г. Черновцы, 58026, Украина

А Н Н О Т А Ц И Я

В статье приведены результаты исследования влияния традиционной и генетически модифицированной сои в составе рациона с содержанием 20 % на постнатальное развитие крыс в двух поколениях. Проводили подсчет количества живых и мертвых потомков, определяли среднюю величину приплода, визуально фиксировали общее физическое развитие, рассчитывали выживаемость, измеряли массу тела. Результаты исследований свидетельствуют об отсутствии негативного влияния термически обработанных генетически модифицированных соевых бобов на репродуктивные функции крыс и развитие потомства первого и второго поколений. Проведено сравнение постнатального развития крыс опытных и контрольной групп для первого и второго поколений. Статистически не обнаружено достоверной разницы между исследуемыми группами. Показатели находились в пределах физиологических норм, характерных для данных животных. Вместе с тем, обнаружили тенденцию к уменьшению количества крысят в подсосном возрасте в группах, получавших генетически модифицированную сою.

Ключевые слова: ТРАДИЦИОННАЯ СОЯ, ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННАЯ СОЯ, САМКИ КРЫС, ПОТОМСТВО, ПОСТНАТАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ, ВЫЖИВАЕМОСТЬ, ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. *Anderson J. W.* Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake / J. W. Anderson, B. M. Smith, C. S. Washnock // *American Journal of Clinical Nutrition*. – 1999. – 70 (3 Suppl). – P. 464–474.
2. *Soares L. L.* Can organic and transgenic soy be used as a substitute for animal protein by rats? / L. L. Soares, A. M. M. Lucas, G. T. Boaventura // *Brazilian Journal of Medical Biological Research*. – 2005. – 38. – P. 583–586.

3. *Петибская В. С.* Соя: химический состав и использование / В. С. Петибская. — Майкоп: ОАО "Полиграф-ЮГ", 2012. — 432 с.
4. ISAAA Brief 52-2016. Global Status of Commercialized Biotech / GM Crops: 2016.
5. *Чехов С. А.* Аналіз пропозиції на вітчизняному ринку насіння сої / С. А. Чехов // Економічний простір. — 2016. — № 106. — С. 127–134.
6. Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects — Available at: <https://www.nap.edu/catalog/23395/genetically-engineered-crops-experiences-and-prospects>
7. *Ермакова И. В.* Влияние сои с геном EPSPS CP4 на физиологическое состояние и репродуктивные функции крыс в первых двух поколениях / И. В. Ермакова // Современные проблемы науки и образования. — 2009. — № 5. — С. 15–21.
8. *Séralini G. E.* Retracted: Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize // Food and chemical toxicology. — 2012. — V. 50. — № 11. — С. 4221–4231.
9. *Malatesta M.* A long-term study on female mice fed on a genetically modified soybean: effects on liver ageing / M. Malatesta, F. Boraldi, G. Annovi, B. Baldelli // Histochem. Cell. Biol. — 2008. — 130. — P. 967–977.
10. *Brasil F. B.* The impact of dietary organic and transgenic soy on the reproductive system of female adult rat / F. B. Brasil, L. L. Soares, T. S. Faria, G. T. Boaventura // Anat Rec (Hoboken). — 2009. — V. 292(4). — P. 587–594.
11. *Коновалова М. А.* Морфометрические показатели и особенности спектра ферментов крови мышей, получавших генетически модифицированную сою / М. А. Коновалова, В. А. Блинов // 2-й Всероссийский симпозиум Физиология трансгенного растения и проблемы биобезопасности. — М., 2007. — С. 48.
12. *Лукашенко Т. М.* Влияние соевых добавок на репродуктивную функцию крыс / Т. М. Лукашенко // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. — 2009. — № 2(26). — С. 189–191.
13. *Долайчук О. П.* Вплив компонентів натуральної та генетично модифікованої сої на показники імунної і репродуктивної систем у самиць щурів / О. П. Долайчук, Р. С. Федорук, І. І. Ковальчук // Фізіологічний журнал. — 2013. — Т. 59, № 2. — С. 65–70.
14. *Коцюмбас Г. І.* Відтворювальна здатність і структурно-функціональний стан матки щурів, які споживали корми з 20 % вмістом ГМ-сої / Г. І. Коцюмбас, І. М. Самсонюк, М. І. Шкіль // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Ветеринарні науки. — 2017. — Т. 19, № 73. — С. 126–130.

Рецензент – М. С. Рогозинський, к. біол. н., доцент, НТУ «ХП».