

ЗМІНИ МАСОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ ЩУРІВ ЗА ВЖИВАННЯ НАТИВНОЇ ТА ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ У СКЛАДІ КОРМІВ

Н. М. ОМЕЛЬЧЕНКО, здобувач, старший викладач кафедри біотехнології та екології

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Чернівецький факультет

Г. В. ДРОНИК, доктор біологічних наук, професор, академік НААН
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

В. А. КУЧЕРЯВА, старший викладач кафедри біотехнології та екології
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Чернівецький факультет

E-mail: bioprofy@gmail.com

Анотація. Використання результатів генетичної інженерії за виробництва сільськогосподарської сировини продовжує викликати серйозні суперечки серед дослідників. Неконтрольоване поширення на території України раундап стійкої сої (30-90 % площ посівів) може бути причиною потрапляння її у харчовий раціон споживачів.

Експеримент проводили у віварії кафедри "Промислова біотехнологія" Чернівецького факультету НТУ "ХПІ". Використано три групи щурів лінії Вістар обох статей. Контрольні тварини одержували стандартний віварійний корм. Дві дослідні групи отримували стандартний раціон із заміною 35 % його за протеїном на боби нативної та трансгенної сої відповідно. Дослідження проведені на трьох поколіннях щурів. Через 6 місяців споживання експериментального раціону проводили розтин тварин, відбирали та зважували внутрішні органи. Розраховували індекси маси серця, легенів, нирок, селезінки, печінки.

Встановлено, що вираженого впливу генетично модифікованої сої у раціоні харчування на індекси маси серця та легенів щурів обох статей трьох досліджуваних поколінь не спостерігається. За споживання трансгенної сої у тварин батьківського покоління відмічено збільшення маси печінки в порівнянні з контрольною групою: у самок – на 23,5 %, у самців – на 15,7 %.

Ключові слова: трансгенна соя, щури, вплив, індекс маси органу

Актуальність проблеми. У світі спостерігається незворотний процес використання генетично модифікованих рослин в аграрному секторі, що обумовлено зростанням виробництва продовольства у зв'язку зі збільшенням чисельності населення, а також підвищенням попиту на продовольчі культури як сировину для виробництва біопалива [1].

Використання результатів генетичної інженерії за виробництва сільськогосподарської сировини продовжує викликати серйозні суперечки

серед дослідників та широких верств споживачів. Аргументи на користь розробки й застосування трансгенних рослин – підвищена врожайність, стійкість до хвороб і шкідників, екологічні переваги. З іншого боку – відсутність впевненості у безпечності отриманих продуктів харчування та неоднозначність їх впливу на здоров'я людини [2]. Тому особлива увага вчених прикута сьогодні до досліджень у сфері генної інженерії та використання генетично модифікованих організмів для виготовлення харчових продуктів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Біотехнологічні культури вирощуються у світі більше ніж 20 років. За даними International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications [3] спостерігається розширення площ під вирощування генно-модифікованих рослин. Світові площі, на яких поширені ці рослини, зросли у 2016 році до 185,1 млн. га, що на 3 % більше за дані попереднього року.

Світова наука одержала понад 120 видів біотехнологічних рослин, але найбільш поширеною із них є соя. Загальна площа її посівів постійно зростає, за даними [3] у 2016 році вона складала 33,87 млн. га. Близько 94 % – це трансгенні рослини з гербіцидною стійкістю Roundup Ready. Значну частину вирощеної у світі генетично модифікованої сої використовують для виробництва палива – біодизелю. Однак, корисні властивості сої сприяють використанню її й у харчовій та сільськогосподарській промисловості. Боби сої можуть накопичувати 38-42 % білка, що містить вісім незамінних амінокислот, 16-27 % жирів, цілий спектр макро- та мікроелементів, вітаміни [4]. З насіння сої виготовляють олію, соєве борошно, соєве молоко, сири, додають продукти її переробки як наповнювачі у ковбасні вироби, шоколад, цукерки, хліб та хлібобулочні вироби тощо. Неконтрольоване поширення на території України раундапостійкої сої (30-90 % посівів цієї культури) може бути причиною потрапляння її у харчовий раціон споживачів [5].

Значне розповсюдження і широке використання у харчуванні людей і годівлі тварин продукції, виготовленої із використанням генетично модифікованої сої, може стати причиною виникнення патологічних змін в їх організмах. Тестування безпечності генетично-модифікованих організмів, які існують нині – недосконале. Вчені стверджують, що вплив модифікованих продуктів на організм людини неможливо повністю передбачити чи перевірити, адже зміни, які можуть виникнути в організмі живої істоти, яка споживає продукти зі вмістом ГМО, одразу себе не проявляють – потрібно, щоб пройшло не одне покоління, аж поки можна буде прослідкувати процеси модифікації в генотипі [6].

У зв'язку з цим, створення чіткого уявлення про віддалені наслідки впливу на живі організми генно-модифікованих рослин і харчових продуктів зі вмістом ГМО необхідні тривалі багатосторонні дослідження.

Мета дослідження – вивчення впливу нативної та генетично модифікованої сої на масометричні показники внутрішніх органів досліджуваних лабораторних тварин.

Матеріали і методи дослідження. У експерименті, який проводився у віварії кафедри Промислової біотехнології Чернівецького факультету НТУ "ХПІ", використано три групи щурів лінії Вістар обох статей: контрольна група – інтактні тварини, група «Дослідна 1» – тварини, які отримували

стандартний раціон із заміною 35% його за протеїном на боби нативної сої, група «Дослідна 2» – тварини, які отримували стандартний раціон із заміною аналогічної частини його на боби генетично модифікованої сої (*Roundup*[®] лінії GTS 40-3-2, який містить трансгени *cp4epsps* та регуляторні елементи – промотор 35S і термінатор NOS). Перед згодовуванням для знешкодження антипоживних речовин та зниження уреазної активності боби сої піддавали термічній обробці [7]. Контрольні тварини одержували стандартний віварійний корм із дотриманням встановленого режиму харчування. Тварини усіх груп мали доступ до води без обмежень протягом усього періоду досліджень.

Групи тварин сформовані зі щурів 3-4 місячного віку, беручи до уваги критерій маси тіла (маса тварин не відрізнялася більше ніж на 20 % від середньої маси тварин однієї статі).

Контрольні та дослідні тварини знаходились в ідентичних умовах, забір та обробку матеріалу здійснювали паралельно [8]. Експерименти на тваринах були проведені з дотриманням вимог Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження», «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», схвалених Національним конгресом з біоетики й узгоджених з положеннями «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях».

Щурі батьківського покоління споживали експериментальний раціон протягом 6 місяців і виводились із експерименту у віці 9 місяців декапітуванням з використанням легкого хлороформного наркозу. У нащадків першого та другого поколінь періоди внутрішньоутробного розвитку і материнського вигодовування протікали на фоні споживання самками експериментального раціону, в подальшому протягом 6 місяців тварини самостійно споживали дослідний раціон. Проводили патологоанатомічний розтин, відбирали і зважували органи. У тварин контрольної та дослідних груп розраховували індекси маси серця, легенів, нирок, селезінки, печінки (відношення маси органа, вираженої у грамах, до 100 г маси тіла тварини).

Дані досліджень статистично оброблялися з визначенням середніх арифметичних величин (M), середньої квадратичної похибки (m) і ступеня вірогідності різниці (P) між показниками.

Результати досліджень та їх обговорення. Порівняння індексів маси серця та легенів щурів обох статей батьківського, першого та другого поколінь показало, що показники між собою вірогідно не відрізняються (таблиці 1-3). Це вказує на відсутність вираженого впливу згодовування бобів нативної та генетично модифікованої сої у складі раціону на розвиток даних органів.

1. Індекс маси внутрішніх органів щурів батьківського покоління (F0) за згодовування нативної та трансгенної сої ($M \pm m$, $n = 6$)

Вид корму	Стать	Індекс маси органів, г/100 г маси тіла			
		серце	легені	нирки	селезінка
Контроль	♀	0,41 ± 0,07	0,84 ± 0,08	0,91 ± 0,18	0,52 ± 0,06

Дослідна 1	♀	0,43 ± 0,08	0,81 ± 0,12	0,90 ± 0,15	0,53 ± 0,09
Дослідна 2	♀	0,42 ± 0,05	0,82 ± 0,08	0,92 ± 0,12	0,47 ± 0,09
Контроль	♂	0,36 ± 0,04	0,80 ± 0,13	0,86 ± 0,11	0,39 ± 0,06
Дослідна 1	♂	0,39 ± 0,07	0,78 ± 0,14	0,88 ± 0,12	0,44 ± 0,08
Дослідна 2	♂	0,38 ± 0,03	0,76 ± 0,06	0,90 ± 0,06	0,43 ± 0,04

2. Індекс маси внутрішніх органів щурів (F1) за згодовування нативної та трансгенної сої ($M \pm m$, $n = 6$)

Вид корму	Стать	Індекс маси органів, г/100 г маси тіла			
		серце	легені	нирки	селезінка
Контроль	♀	0,43 ± 0,03	0,85 ± 0,05	0,91 ± 0,15	0,50 ± 0,07
Дослідна 1	♀	0,42 ± 0,06	0,81 ± 0,08	0,88 ± 0,06	0,46 ± 0,07
Дослідна 2	♀	0,43 ± 0,04	0,83 ± 0,13	0,90 ± 0,13	0,45 ± 0,08
Контроль	♂	0,42 ± 0,07	0,77 ± 0,12	0,87 ± 0,11	0,40 ± 0,08
Дослідна 1	♂	0,42 ± 0,04	0,75 ± 0,08	0,88 ± 0,05	0,45 ± 0,07
Дослідна 2	♂	0,41 ± 0,04	0,75 ± 0,07	0,86 ± 0,08	0,45 ± 0,06

Нирки – орган, який забезпечує підтримання водно-електролітного балансу організму, кислотно-лужного і осмотичного гомеостазу. Вони здатні в широких межах і з високою вибірковістю змінювати інтенсивність екскреції води та іонів, забезпечувати сталість складу рідин внутрішнього середовища.

3. Індекс маси внутрішніх органів щурів (F2) за згодовування нативної та трансгенної сої ($M \pm m$, $n = 6$)

Вид корму	Стать	Індекс маси органів, г/100 г маси тіла			
		серце	легені	нирки	селезінка
Контроль	♀	0,43 ± 0,05	0,85 ± 0,16	0,93 ± 0,11	0,52 ± 0,07
Дослідна 1	♀	0,45 ± 0,03	0,82 ± 0,06	0,96 ± 0,03	0,53 ± 0,09
Дослідна 2	♀	0,44 ± 0,04	0,85 ± 0,07	0,99 ± 0,10	0,57 ± 0,06
Контроль	♂	0,39 ± 0,06	0,79 ± 0,13	0,87 ± 0,05	0,39 ± 0,06
Дослідна 1	♂	0,40 ± 0,03	0,75 ± 0,06	0,84 ± 0,06	0,45 ± 0,06
Дослідна 2	♂	0,41 ± 0,04	0,75 ± 0,09	0,85 ± 0,09	0,44 ± 0,08

Індекс маси нирок у самок та самців щурів трьох поколінь за споживання немодифікованої сої протягом експерименту суттєво не відрізнявся від такого в групі інтактних тварин, а за споживання бобів ГМ-сої спостерігається тенденція до незначного збільшення даного показника у самців батьківського покоління, а у самок другого покоління – збільшення на 6,5 %. За зовнішнього огляду тканина нирок тварин групи «Дослідна 2» повнокровніша і темніша, ніж у тварин контрольної групи.

Селезінка оперативно реагує на кожну ситуацію, за якої шкідливі речовини можуть потрапити до організму. У досліджуваних самок щурів групи «Дослідна 2» батьківського і першого поколінь спостерігається

тенденція до зменшення індексу маси селезінки. Це можна пояснити тривалим надходженням з кормами токсинів у малих дозах.

Незначне збільшення селезінки спостерігається у самок щурів другого покоління та самців першого і другого поколінь. Можна припустити, що відбувається порушення функції органу, що полягає в очищенні кров'яних потоків і знищенні патологічних процесів.

Печінка відіграє провідну роль у метаболізмі та біотрансформації переважної більшості речовин, які потрапляють до організму зовні. Дослідження індексу маси печінки (ІМП) самок виявило, що у тварин груп «Дослідна 1» та «Дослідна 2» спостерігається збільшення даного показника в порівнянні з контрольною групою у щурів батьківського покоління на 23,5 % (рис. 1). У тварин наступних двох поколінь зберігається ще тенденція до зростання даного показника, але вже не така чітко виражена.

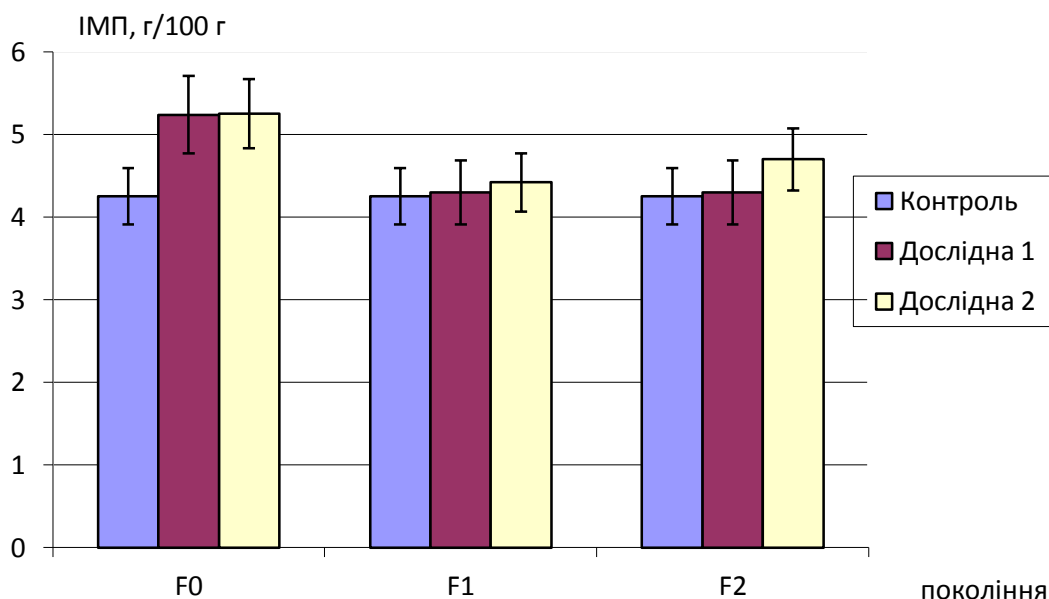


Рис.1. Зміна індексів маси печінки (ІМП) самок щурів трьох поколінь за згодовування нативної та трансгенної сої

Дослідження індексу маси печінки самців показало, що у тварин групи «Дослідна 2» спостерігається збільшення даного показника в порівнянні з контрольною групою у батьківського покоління на 15,7 %. У тварин першого та другого поколінь тенденція збільшення ІМП залишається, але є менш вираженою (рис. 2). Вірогідного відхилення даного показника у нащадків від величини ІМП у контрольній групі не спостерігається.

Причини збільшеної печінки і селезінки обумовлені інтенсивністю обмінних процесів. Розширення їх розмірів відбувається за рахунок збільшення кількості захоплюваних клітин крові, а це тягне за собою меншу здатність до фільтраційної здатності клітин, через що орган зростає в об'ємі.

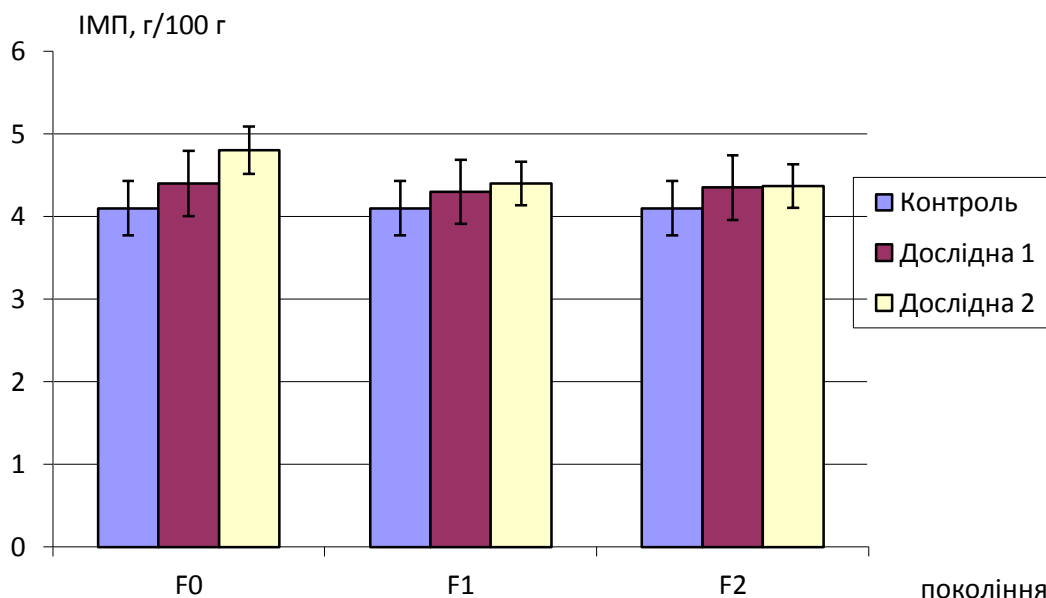


Рис. 2. Зміна індексів маси печінки (ІМП) самців щурів трьох поколінь за згодовування нативної та трансгенної сої

Оскільки печінка відіграє в організмі ще і роль детоксикаційного центру, то можна припустити активацію відповіді організму щурів на вплив певних складників раціону. У деяких випадках печінкові клітини збільшуються в розмірах тільки лише для того, щоб утилізувати надлишок шкідливих токсичних сполук, тобто печінка виконує компенсаторну функцію.

Висновки та пропозиції. Вираженого впливу генетично модифікованої сої у раціоні харчування на індекси маси серця та легенів щурів обох статей трьох досліджуваних поколінь не спостерігається. За споживання трансгенної сої у тварин батьківського покоління відмічено збільшення маси печінки в порівнянні з контрольною групою у самок на 23,5 %, у самців – на 15,7 %.

Перспективи подальших досліджень. Детальніше вплив бобів нативної та генетично модифікованої сої на організм щурів за умов тривалого вживання буде з'ясований під час дослідження наступних поколінь лабораторних тварин.

References

1. Batashova, M. Ye. (2014). Biotechnologichni kultury v suchasnomu ahrarnomu sektori [Biotechnological crops in modern agrarian sector]. Bulletin of poltava state agrarian academy, 4, 35–43.
2. Smoliar, V. I., Petrashenko, H. I. (2009). Henetychno modyfikovani orhanizmy i kharchuvannia naselennia [Genetic modifycate organisms and public nutrition]. Nutrition Problems, 1-2 (20), 35–39.
3. ISAAA Brief 52-2016. Global Status of Commercialized Biotech. GM Crops: 2016. <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/52/download/isaaa-brief-52-2016.pdf> (Accessed Apr. 02, 2018).
4. Chymonyyna, Y. V., Cybul'skaja, A. A. (2014). Analiz vozdejstvija soi i soevyh produktov na organizm cheloveka [Analysis of the effects of soy and soy products on the human body]. Kant, 2 (11), 92–96.

5. Chekhov, A. S. (2016). Analiz propozytsii na vitchyznianomy rynku nasinnia soi [Demand and supply on the Ukrainian soybean market]. Economy Field, 106, 127-134.
6. Varavva, H. (2006). Modyfikovani produkty – poriatunok vid holodu chy svidome vbyvstvo? [Modified foods – salvation from hunger or conscious killing?]. Epoch Times. <http://www.epochtimes.com.ua/health/health/modyfikovani-produkty-porjatunok-vid-golodu-chy-svidome-vbyvstvo-59498.html> (Accessed: 02.04.2018)
7. 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.
8. Zapadnyuk, I. P. et al. (1983). Laboratornye zhivotnye. Razvedenie, soderzhanie, ispol'zovanie v jeksperimente [Experimental animals: Breeding, raising and experimental usage]. Kiev: HighSchool, 243-271.

ИЗМЕНЕНИЯ МАССОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ КРЫС ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ НАТИВНОЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СОИ В СОСТАВЕ КОРМОВ

Н. Н. Омельченко, Г. В. Дроник, В. А. Кучерявая

Аннотация. *Использование результатов генетической инженерии при производстве сельскохозяйственного сырья продолжает вызывать серьезные споры среди исследователей. Неконтролируемое распространение на территории Украины раундапоустойчивой сои (30-90 % площадей посевов) может быть причиной попадания ее в пищевой рацион потребителей.*

Эксперимент проводили в виварии кафедры "Промышленная биотехнология" Черновицкого факультета НТУ "ХПИ". Использованы три группы крыс линии Вистар обоего пола. Контрольные животные получали стандартный виварийный корм. Две экспериментальные группы получали стандартный рацион с заменой 35 % его по протеинам на бобы нативной и трангенной сои соответственно. Исследования проведены на трех поколениях крыс. Через 6 месяцев потребления экспериментального рациона проводили вскрытие животных, отбирали и взвешивали внутренние органы. Рассчитывали индексы массы сердца, легких, почек, селезенки, печени.

Установлено, что выраженного влияния генетически модифицированной сои в рационе питания на индексы массы сердца и легких крыс обоего пола трех исследуемых поколений не наблюдается. При потреблении трансгенной сои у животных родительского поколения отмечено увеличение массы печени по сравнению с контрольной группой: у самок – на 23,5 %, у самцов – на 15,7 %.

Ключевые слова: *трангенная соя, крысы, влияние, индекс массы органа*

CHANGES OF MASOMETRIC INDEXES OF INTERNAL ORGANS RATS IN THE EXERCISED OF NATIVE AND GENETICALLY MODIFIED SOYBEAN IN THE COMPOSITION OF FEED

N. Omelchenko, H. Dronyk, V. Kucheriava

Abstract. *The use of genetic engineering results in the cultivation of agricultural raw materials continues to cause serious controversy among researchers. Uncontrolled spread in Ukraine Roundup resistant soybeans (30-90% of sowing areas) can cause getting it in the diet of consumers.*

The experiment was conducted in vivarium of the Department "Industrial Biotechnology" of the Chernivtsi Faculty of NTU "KhPI". Three groups of rats of the Vistar line of both sexes were used. Control animals received standard vivarium feed. Two experimental groups received a standard diet with a replacement of 35% of its protein per native and transgenic soybean, respectively. Studies have been conducted on three generations of rats. After 6 months, the experimental diet was consumed by animals, internal organs were taken and weighed. Calculated the indexes of the mass of the heart, lungs, kidneys, spleen, liver.

Established that there is no pronounced effect of genetically modified soy in the diet for mass index of heart and lung of both sexes of rats three generations observed. The consumption of transgenic soybeans in animal parental generation is marked increase in liver weight with the control group: females – 23,5 %, males – 15,7 %.

Keywords: *transgenic soybean, rats, influence, body mass index*