



УДК [604.6:633.34]:599.323.45-14

# ПОСТНАТАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ПРИПЛОДУ САМОК ЩУРІВ ТА МАСОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ОРГАНІВ ЩУРІВ ДВОХ ПОКОЛІНЬ ПРИ ВЖИВАННІ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ ТА РАУНДАПУ

**І. В. ЧОРНА**, здобувач

Національний технічний університет «Харківського політехнічного інституту»

E-mail: chorna8@ukr.net

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

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

<https://doi.org/10.31548/bio2018.03.002>

— У всьому світі найбільше вирощують гліфосат-резистентну генетично модифіковану сою, а гербіцид «Roundup» є широко використовуваним у сільському господарстві. У статті подані результати дослідження впливу традиційної, гліфосат-резистентної генетично модифікованої сої та впливу самого гербіциду «Roundup» на постнатальний розвиток приплоду самок щурів, а також на масометричні показники внутрішніх органів щурів двох поколінь. Токсичні речовини можуть призводити до зміни масометричних показників внутрішніх органів та зміни постнатального розвитку щурів, тому дослідження впливу генномодифікованої сої та гербіциду «Roundup» на організм тварин є дуже актуальними. Метою даних дослідження було вивчити постнатальний розвиток щурів та маси внутрішніх органів двох поколінь щурів при згодовуванні традиційної, генетично модифікованої сої та раундапу.

Дослідження проводилися на щурах лінії Вістар, які були поділені на п'ять груп: I група – інтактна група; II група – у раціоні щурів 20-26 % корму замінювали на традиційну сою; III група – у раціоні щурів 20-26 % корму замінювали генномодифікованою соєю, яку не обробляли гербіцидом «Roundup»; IV група – щурі, які вживали генномодифіковану сою, яку обробляли гербіцидом; V група – щурі, отримували разом із питною водою гербіцид «Roundup». Через 42 доби після початку вживання традиційної та генетично модифікованої сої, самки всіх груп були спаровані та продовжували отримувати той же раціон та гербіцид у питній воді. Постнатальний розвиток вивчався за кількістю приплоду в кожній групі та аналізуючи виживаність щуренят другого покоління протягом двох місяців, також вивчали динаміку маси тіла щуренят при народженні, через двадцять днів та через два місяці.

Досліджень показали, що застосування раціону, який містив традиційну сою та генетично модифіковану, яку не обробляли гербіцидом «Roundup» не призводить до змін постнатального розвитку та змін масометричних показників порівняно з контролем. Аналіз результатів дослідження інших груп показав, що за вживання генетично модифікованої сої, яка була оброблена гербіцидом «Roundup» та самого гербіциду з питною водою призводить до збільшення маси селезінки на 36 % та на 4 % маса печінки у IV групі щурів першого покоління, така ж картина спостерігається і у другому поколінні щурів маса селезінки збільшується на 33 %, а маса печінки на 6 %. У V групі маса



печінки збільшується на 5 % та селезінки на 6 % порівняно з контрольною групою, тобто спостерігається незначне збільшення маси печінки та селезінки. У IV та V групі спостерігається зменшення народжуваності щурів другого покоління та підвищується їх смертність протягом двох перших місяців.

При надходженні в організм щурів гербіциду та генетично модифікованої сої оброблену гербіцидом спостерігається збільшення печінки, що може свідчити про токсичний вплив гербіциду та генетично модифікованої сої, яка була оброблена гербіцидом «Roundup», а збільшення селезінки може свідчити про негативну дію раундапу на імунну систему тварини.

**Ключові слова:** масометричні показники, постнатальний розвиток, традиційна та трансгенна соя, раундап, генетично модифіковані організми, коефіцієнти маси внутрішніх органів

**Актуальність.** Прискорення темпів наукового та технологічного прогресу на нашій планеті зумовлює посилення впливу людей на природу. У теперішній час постало дві основні проблеми: забруднення навколишнього середовища та подолання голоду в світі. Для подолання голоду науковцями було створенні генетично модифіковані організми, які мали властивості не притаманні відомим на той час сортам.

Генетично модифіковані організми є результатом застосування технологій генної інженерії, що дозволяють вбудовувати гени або сегменти ДНК. Створення таких трансгенних рослин дає можливість одержання організмів з новими ознаками (морозостійкість, посухостійкість, стійкість до гербіцидів та інше) [1, 2].

Найбільш широко використовувана серед усіх сільськогосподарських культур – соя, адже її широко використовують в харчовій промисловості. Насіння сої містить білок, вуглеводи, вітаміни, поліненасичені жирні кислоти, макро- й мікроелементи, кількість яких у нативної та трансгенної сої майже ідентична. Крім поживних речовин соя також містить і антипоживні: уреазу, сапоніни, лектини, антивітаміни, інгібітори трипсину й хімотрипсину. Для того щоб знешкودити ці речовини сою піддають термічній обробці, але після обробки активними залишаються ізофлавонони, які гідролізуються у кишечнику, водночас утворюються речовини з естрогенною активністю (геністеїн, дейдзєїн, біоканін-А та ін.) [3,

4]. Також для боротьби з бур'янами вже багато років використовують гербіцид «Roundup». На сьогодні вчені створили трансгенну сою, яка стійка до дії цього гербіциду, це стало можливим завдяки внесенню в ДНК сої гену бактерії *Agrobacterium tumefaciens*. Трансгенна соя синтезує бактеріальну EPSPS, що замінює інгібований гербіцидом фермент в рослині. Тому генетично модифікована соя стійка до гліфосату і продовжує рости у разі обробки поля гербіцидом «Roundup», тоді як бур'яни гинуть [4].

**Мета дослідження** – вивчити постнатальний розвиток щурів та маси внутрішніх органів щурів двох поколінь за згодовування традиційної, раундапостійкої генетично модифікованої сої, яку обробляли гербіцидом і генетично модифікованої сої, яку не обробляли гербіцидом, та впливу самого гербіциду. Дослідити смертність новонароджених щуренят та здатність їх до виживання у перші два місяці життя.

**Матеріали й методи дослідження.** Дослідження проводилися на щурах лінії Вістар, які були поділені на п'ять груп. У кожній групі було по 12 щурів віком (5-6 місяців), масою тіла (207-230 г) та утримувалися в однакових умовах. Тварини були поділені на такі групи: I група – контрольна група вживали стандартний віварійний корм (інтактна група); II група – вживали стандартний віварійний корм в якому 20-26 % замінювали на традиційну сою; III група – в раціоні щурів 20-26 % корму замінювали на генномодифіковану



сою, яку не обробляли гербіцидом «Roundup»; IV група – в раціоні шурів 20-26 % корму замінювали генномодифікованою соєю, яку обробляли гербіцидом; V група – шурі, які отримували разом із питною водою гербіцид (0,1 мкг/л), що є допустимою концентрацією в межах вимог Європейського Союзу. Зразки сої обох сортів перевірялись на наявність генетичної модифікації, що підтверджено Українською лабораторією якості і безпеки продукції АПК протоколом №1691-Н. У зразка № 2 виявлені цільові послідовності промотора 35S вірусу мозаїки цвітної капусти (CaMV), та термінатора NOS (T-NOS) T1 плазмиди *Agrobacterium tumefaciens*. Соеві боби перед додаванням в корми термічно оброблялись при 140° протягом 2 год, для знешкодження антипоживних речовин та зниження уреазної активності. Через 42 доби після початку вживання традиційної та генетично модифікованої сої, самки всіх груп були спаровані, самки та самці продовжували отримувати той же раціон та гербіцид з питною водою. Статистичну обробку результатів проводили за допомогою стандартного пакету програм Microsoft Excel, використовуючи t-критерій Стьюдента. Різниці між величинами вважали статистично вірогідними:  $P \leq 0,05^*$ ;  $P \leq 0,01^{**}$ ;  $P \leq 0,001^{***}$ .

**Постнатальний розвиток приплоду самок шурів, до раціону яких додавали боби з нативної, трансгенної сої (яка оброблена гербіцидом), трансгенної сої (яка не оброблена гербіцидом) та яким давали в питну воду гербіцид (0,1 мкг/л) (  $M \pm m$ ,  $n = 12$ ).**

Група	Кількість приплоду у гнізді в перший день після народження	Життєздатність приплоду		
		Кількість приплоду в групі, голів	Кількість приплоду, що загинула	Живі від народження у двомісячному віці, %
I	9,8 ± 0,32	59	5	91,5 %
II	9,7 ± 0,21	58	5	91,4 %
III	9,8 ± 0,32	59	5	91,5 %
IV	9,5 ± 0,22	57	7	87,7 %
V	7,7 ± 0,21	46	11	76,1 %

У роботі дотримувалися нормативів утримання лабораторних тварин відповідно до Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних чи інших наукових цілей (Страсбург, 1986 р.) [5]. Для декапітації відбиралися по дванадцять тварин із кожної групи, евтаназію проводили під легким ефірним наркозом, дотримуючись міжнародних положень стосовно проведення експериментальних робіт.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Від кожної тварини відбирали внутрішні органи для масометричних досліджень. Постнатальний розвиток приплоду, який оцінювали за кількістю живих та мертвонароджених шуренят та їх масою, а також здатністю до виживання у перші два місяці життя.

Кількість приплоду в контрольній групі коливалася в межах фізіологічної норми і серед новонароджених не було виявлено мертвих шурів. Однак смертність шурят від самок II і III дослідних груп склала відповідно 8,6 і 8,5 %. У дослідних групах смерть шурят наступала перші 5 днів життя, що говорить про порушення пренатального і постнатального розвитку.

Постнатальний розвиток тварин оцінювали шляхом підрахування кількості живих та мертвонароджених плодів, а



**Динаміка маси приплоду самок щурів, до раціону яких додавали боби з нативної, трансгенної сої (яка оброблена гербіцидом), трансгенної сої (яка не оброблена гербіцидом) та яким давали в питну воду гербіцид (0,1 мкг/л), г ( $M \pm m$ ,  $n = 12$ ).**

Динаміка маси тіла однієї тварини, г			
Група	при народженні	20 днів	два місяці
I	4,93 ± 0,069	34,90 ± 0,044	92,5 ± 0,032
II	4,925 ± 0,068	33,57 ± 0,61	102,49 ± 0,53
% до контролю	98,5	96,2	110,80
III	4,7 ± 0,059	33,2 ± 0,64	98,2 ± 0,56
% до контролю	96,5	91,7	106,16
IV	4,5 ± 0,067	32,5 ± 0,05	97,5 ± 0,54
% до контролю	91,3	93,1	105,4
V	3,5 ± 0,075	27,1 ± 0,043	67,5 ± 0,53
% до контролю	71	77,7	73

також шляхом контролювання, фізіологічного стану, життєздатності та живої маси щуренят протягом двох перших місяців життя. Результати досліджень показали, що спостерігається збільшення маси щуренят II та III групи порівняно з контролем. Кількість приплоду в дослідних і контрольній групах коливалася в межах норми (табл. 1). Протягом двох місяців зафіксовано смертність щуренят контрольної групи 8,5%, хоча це значення коливається в межах фізіологічної норми (3,6-9,2%). Смертність щуренят від самок II та III дослідних груп становила 8,6 % і 8,5 %, відповідно [9]. Смертність щуренят від самок IV та V дослідних груп становила 12,3% та 23,9%. Основна смертність приплоду в цих дослідних групах спостерігалась у перші доби життя, що може свідчити про народження ослабленого та менш життєздатного потомства.

Через три доби після народження щуренят проводилося зважування щурів, достовірних міжгрупових відмінностей за значеннями живої маси невиявлено (табл. 3).

Середня маса новонароджених тварин II та III дослідних груп була меншою

відповідно на 1,5 % і 3,5 % порівняно з контрольною. Така тенденція прослідковувалась й на 20 добу життя тварин 3,8 % та 8,3 %, що може бути зумовлено залишковою активністю ізофлавононів у насінні сої. Маса тіла щурів у двомісячному віці у II та III групах зростає на 10,8 та 6,2 % порівняно з контролем, що свідчить про позитивний вплив компонентів сої на ріст та масу приплоду. Це може свідчити про краще засвоєння білка сої тваринами та про його біологічну цінність. У IV та V групах при народженні маси щуренят були менші на 8,7 та 29 % порівняно з контролем, на 20 добу спостерігається та сама картина маси щуренят менші на 6,9 та 22,3 % від інтактної групи. Через два місяці маси щуренят у IV групі збільшується на 5 % та V групі зменшується на 27 %.

У першому поколінні щурів спостерігається незначне зменшення загальної ваги тіла в усіх дослідних груп порівняно з контролем. За вивчення масометричних показників внутрішніх органів щурів спостерігається зменшення маси нирок та печінки: II група – на 15 % та 1,1 %; III група – на 8,5 % та 20 %; IV група – на 10 % та 6 %; у V групі зменшення маси нирок на



**Маси внутрішніх органів щурів першого покоління, до раціону яких додавали боби з нативної, трансгенної сої (яка оброблена гербіцидом), трансгенної сої (яка не оброблена гербіцидом) та яким додавали в питну воду гербіцид (0,1 мкг/л) (г/кг М ± m, n = 12)**

Група	Загальна вага	Легені	Нирки	Печінка	Серце	Селезінка
I	230 ± 8	1,85 ± 0,13	2,06 ± 0,19	9,50 ± 0,38	1,16 ± 0,13	1,04 ± 0,054
II	231 ± 9,55	1,84 ± 0,027*	1,7 ± 0,14	9,4 ± 0,035	1,04 ± 0,06	1,1 ± 0,05***
% до контролю	100	99,5	85	98,9	89,7	120
III	200 ± 1,83	1,84 ± 0,03*	1,83 ± 0,02	7,6 ± 0,69	1,23 ± 0,055	1,043 ± 0,04
% до контролю	86,6	99,5	91,5	80	106	115
IV	221 ± 8,9	1,97 ± 0,17*	1,8 ± 0,15	8,93 ± 0,7	1,02 ± 0,10	1,24 ± 0,089*
% до контролю	96	106,5	90	94	87,9	136
V	209 ± 4,5*	1,6 ± 0,14*	1,85 ± 0,057	10,2 ± 0,78	0,998 ± 0,077	1,059 ± 0,019*
% до контролю	91	86,5	87,4	107,4	86	116

**Маси внутрішніх органів щурів другого покоління, до раціону яких додавали боби з нативної та трансгенної сої (г/кг М ± m, n = 12)**

Група	Загальна вага	Легені	Нирки	Печінка	Серце	Селезінка
I	217 ± 10	1,9 ± 0,109	2,03 ± 0,14	9,42 ± 0,53	1,05 ± 0,085	1,04 ± 0,054
II	227 ± 5,12*	2 ± 0,19	1,93 ± 0,065*	9,38 ± 0,68	0,97 ± 0,046	1,1 ± 0,07*
% до контролю	114	105	93,1	99,6	92,4	105,8
III	207 ± 2,5***	1,359 ± 0,12	1,6 ± 0,06	9,11 ± 0,8	1,3 ± 0,05*	1,08 ± 0,054*
% до контролю	95,4	71,5	78,8	96,7	124	103,8
IV	229 ± 6,1*	1,87 ± 0,095***	2,056 ± 0,08***	10 ± 0,67	1,01 ± 0,01	1,39 ± 0,09***
% до контролю	106	98,4	101,3	106	96,2	133,7
V	215,4 ± 7,4	1,3 ± 0,034***	1,78 ± 0,195	9,9 ± 0,95	0,956 ± 0,094	1,1 ± 0,05
% до контролю	99,3	68,4	87,7	105	91	106

12,6 % та збільшення маси печінки 7,4 %. Також спостерігається зменшення маси серця: II група на 10,3 %; III група – на 6 %; IV група – на 12,1 % та у V групі – 14 % серця та легень на 13,5 %. Крім того спостерігається збільшення маси селезінки: II група на 20 %; III група – на 15 %; IV група – на 36 %; у V групі – на 16 %.

Зміни загальної ваги щурів другого покоління, які досягли шестимісячного віку у дослідних групах були: у II та IV – збільшилася на 14 % та 6 %; у III – зменшилася на 5,6 %, а у V групі не змінилася порівняно з контролем. При вивченні масометричних показників внутрішніх органів щурів II та III групах другого



покоління спостерігається зменшення маси органів: нирки на 6,9 % та 21,2 %; печінка на 1,4 % та 3,3 %; серце на 7,1 % (II група) також слід відзначити про збільшення селезінки у II групі на 5,8 % та легенів на 5%; III групі – на та 3,8 % та у IV – групі на 33,7 %.

**Висновки і перспективи.** За вживання генетично модифікованої сої, яка була оброблена гербіцидом та самого гербіциду спостерігається збільшення смертності щуренят другого покоління протягом перших двох місяців на 12,3 % у IV групі та 23,9 % у V групі. Під час вимірювання коефіцієнтів маси органів спостерігається зменшення маси внутрішніх органів як у першому, так і у другому поколінні, хоча відмічається збільшення маси печінки та

селезінки у IV групі щурів першого покоління на 4 % та 36 %; у V групі на 7,4 % та відповідно на 16 %. У другому поколінні також прослідковується збільшення маси печінки та селезінки – у IV групі відповідно на 6 % та 33,7 %, а у V групі на 5 % та 6 %. Такі дані можуть свідчити про токсичний вплив гербіциду раундап та генетично модифікованої сої, які була оброблена гербіцидом. Хоча такого ефекту не спостерігається у разі вживання трансгенної сої, яка не була оброблена гербіцидом. Саме такий токсичний вплив може бути зумовлений умістом гербіциду у насінні сої. У подальшому необхідно дослідити біохімічні показники крові та печінки для підтвердження токсичного впливу гербіциду на організм тварин.

## Література

1. Салига Н. О., Снітинський В. В. Генетично модифіковані рослини та їх вплив на організм тварин // Біологія тварин. 2010. Т. 12, № 2. С. 61-74
2. Marty M. S. Inter-laboratory control data for reproductive endpoints required in the OPPTS 870 3800/OECD 416 reproduction and fertility test / M. Marty, B. Allen, R. Chapin et al. // Br Defects Res. (Part B). 2009. Vol. 86. P. 470–489.
3. Romero V., Dela Cruz C., Pereira O. C. M. Reproductive and toxicological effects of isoflavones on female offspring of rats exposed during pregnancy // Anim. Reprod. 2008. Vol. 5, № 3, 4. P. 83–89.
4. Долайчук О. П., Матюха І. А., Федорук Г. С. Показники репродуктивної здатності і коефіцієнти маси внутрішніх органів самок щурів в процесі дії компонентів натуральної та трансгенної сої // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2012. Т. 2. С. 55-60.
5. European convention for the protection of vertebrate animals used forexperim. and other scientific purposes. // Coun. of Europe-Strasbourg. 1986. P. 53.

## References

1. Salyha N.O., Snitinsky V.V (2010). Genetically modified plants and their influence on the organism of animals. *Biology of animals*. Vol. 12, 2: 61-74.
2. Marty M., Allen B., Chapin R. et al. (2009). Inter-laboratory control data for reproductive endpoints required in the OPPTS 870 3800/OECD 416 reproduction and fertility test. *Br Defects Res. (Part B)*. Vol. 86: 470-489.
3. Romero V., Dela Cruz C., Pereira O. C. M. (2008). Reproductive and toxicological effects of isoflavones on female offspring of rats exposed during pregnancy. *Anim. Reprod.* Vol. 5, № 3, 4: 83–89.
4. Dolaychuk O.P., Matyukha I.A., Fedoruk G.S. (2012). Indices of reproductive capacity and coefficients of mass of internal organs of females of rats in the process of action of components of natural and transgenic soybean. *Scientific Bulletin of the Volyn National University named after Lesya Ukrainka*. Vol 2: 55-60.
5. European convention for the protection of vertebrate animals used forexperim. and other scientific purposes. *Coun. of Europe-Strasbourg*. (1986). P. 53.





SUMMARY

**I. V. Chorna, G. V. Dronik.** *Postal development of rats and masometric parameters of internal organs of rats of two generations in the exercise of glifosat-resistants genetically modified soy and roundup // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – 10, №3–4. – P. 11–18. <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.002>*

*Glyphosat-resistant genetically modified soybeans are the most widely grown throughout the world, and Roundup is widely used in agriculture. The article presents the results of the study of the effect of traditional, glyphosate-resistant genetically modified soybeans and the effect of the "Roundup" herb on the postnatal development of female rats, as well as on the massometric indices of the internal organs of rats of two generations. Toxic substances can lead to changes in the massometric indices of the internal organs and changes in the postnatal development of rats, therefore the study of the influence of genetically modified soya and herbicide "Roundup" on the body of animals is very relevant.*

*The research was conducted on the rats of the Vistar line, which were divided into five groups: Ist group - intact group; IInd group - on the diet of rats 20-26% of the feed was replaced by traditional soy; IIIrd group - of the diet, 20-26% of the feed was replaced by genetically modified soy which was not treated with herbicide "Roundup"; IVth group of rats that used genetically modified soy which was treated with a herbicide; Vth group of rats, which received herbicide with drinking water. 42 days after the commencement of traditional and genetically modified soy was used, the females of all groups were mating and continued to receive the same diet and herbicide in drinking water. Postnatal development was studied by the number of litter in each group and analysis of the survival rate of second-generation of rats during the two months, as well as the dynamics of*

*body was weighted after the twenty days and two months of their birth.*

*Studies have shown that the use of a diet which contained traditional soy and genetically modified, which was not treated with the herbicide "Roundup", did not lead to changes in postnatal development and changes in massometric indices compared to controls. The analysis of the results of other groups' studies showed that the use of genetically modified soy which was treated with the herbicide "Roundup" and the herbicide with drinking water lead to an increase in the liver mass by 4% and a spleen by 36% in the IVth group of first generation of rats, the same pattern was observed in the second generation of rats. In the Vth group, the weight of the liver increased by 7% and the spleen by 16% compared to the control group of first generation of rats, and by 5% and 6% the second generation, and a slightly increased in the mass of the liver and the spleen. In the IVth and Vth group, the fertility rate of the second generation of rats was reduced and their mortality increased during the first two months.*

*When the herbicide and genetically modified soy was put to the body, and increased in the liver it indicated the toxic effect. The increase of the spleen indicated a negative effect of the roundup on the immune system.*

**Keywords:** *massometric indices, postnatal development, traditional and transgenic soy, roundup, genetically modified organisms, coefficients of mass of internal organs*

АННОТАЦІЯ

**І. В. Черная, Г. В. Дроник.** *Постнатальное развитие приплода самок крыс и масометрические показатели органов крыс двух поколений при употреблении генетически модифицированной сои и раундапа // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – 10, №3–4. – С. 11–18. <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.002>*

*Во всем мире больше всего выращивают глифосат-резистентную генетически модифицированную сою, а гербицид «Roundup» является широко используемым в сельском хозяйстве. В статье представлены результаты исследования влияния традиционной, глифосат-резистентной генетически модифицированной сои и влияния самого гербицида «Roundup» на постнатальное развитие потомства самок крыс, а также на масометрические показатели внутренних органов крыс двух поколений. Токсичные вещества могут приводить к изменению масометрических*

*показателей внутренних органов и изменения постнатального развития крыс, поэтому исследования влияния генномодифицированной сои и гербицида «Roundup» на организм животных являются очень актуальными. Целью данных исследования было изучить постнатальное развитие крыс и массы внутренних органов двух поколений крыс при употреблении традиционной, генетически модифицированной сои и гербицида «Roundup».*

*Исследования проводились на крысах линии Вистар, которые были разделены на пять групп:*



*I* група – интактная группа; *II* группа – в рационе крыс 20-26 % корма заменяли на традиционную сою; *III* группы – в рационе крыс 20-26 % корма заменяли генномодифицированной соей, которую обрабатывали гербицидом «Roundup»; *IV* группа – крысы, которые употребляли генномодифицированную сою, которую обрабатывали гербицидом; *V* группа – крысы, получавшие с питьевой водой гербицид «Roundup». Через 42 суток после начала употребления традиционной и генетически модифицированной сои, самки всех групп были старенные и продолжали получать тот же рацион и гербицид в воде. Постнатальное развитие изучалось по количеству приплода в каждой группе и анализируя выживаемость крысят второго поколения в течение двух месяцев, также изучали динамику массы тела крысят при рождении, через двадцать дней и через два месяца.

Исследований показали, что применение рациона, который содержал традиционную сою и генетически модифицированную, которую не обрабатывали гербицидом «Roundup» не приводит к изменениям постнатального развития и изменений масометрических показателей по сравнению с контролем. Анализ результатов исследования других групп показал, что за употребление генетически модифицированной сои, которая была обрабо-

тана гербицидом «Roundup» и самого гербицида с питьевой водой приводит к увеличению массы селезенки на 36 % и на 4 % масса печени в *IV* группе крыс первого поколения, такая же картина наблюдается и во втором поколении крыс масса селезенки увеличивается на 33 %, а масса печени на 6 %. В *V* группе масса печени увеличивается на 5 % и селезенки на 6 % по сравнению с контрольной группой, то есть наблюдается незначительное увеличение массы печени и селезенки. В *IV* и *V* группе наблюдается уменьшения рождаемости крыс второго поколения и повышается их смертность в течение двух первых месяцев.

При поступлении в организм крыс гербицида и генетически модифицированной сои обработанную гербицидом наблюдается увеличение печени, что может свидетельствовать о токсическом воздействии гербицида и генетически модифицированной сои, которая была обработана гербицидом «Roundup», а увеличение селезенки свидетельствует о негативном воздействии гербицида на иммунную систему животного.

**Ключевые слова:** масометрические показатели, постнатальное развитие, традиционная и трансгенная соя, генетически модифицированные организмы, коэффициенты массы внутренних органов