

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В.

УДК [604.6:57.017.645:633.34]:636.028

**ПОСТНАТАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ЩУРІВ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛІННЯ
ПРИ ВЖИВАННІ ТРАНСГЕННОЇ СОЇ ТА ПІД ВПЛИВОМ
НАНОЧАСТИНОК АРГЕНТУМУ****Н. М. ОМЕЛЬЧЕНКО**, старший викладач

ORCID 0000-0001-5996-5112

В. А. КУЧЕРЯВА, старший викладач*Національний технічний університет "Харківський політехнічний
інститут", Чернівецький факультет**E-mail: bioprofy@gmail.com***Г. В. ДРОНИК**, доктор біологічних наук, професор, академік НААН

ORCID 0000-0001-7130-1669

*Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН**E-mail: Buksaes@meta.ua*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.003>

***Анотація.** Україна займає друге місце серед виробників сої в Європі та входить до першої десятки країн-виробників світу. Поширення сортів генетично модифікованої сої, стійкої до дії гербіциду Roundup, підвищує можливість потрапляння її до складу кормів. Світові учені досі не дійшли до однозначної відповіді на питання щодо безпечності споживання трансгенних культур. Тому залишається актуальним дослідження тривалого впливу генетично модифікованих рослин на тваринні організми та пошук шляхів зменшення відхилень, спричинених дією їх компонентів.*

У статті наведені результати дослідження впливу трансгенної сої із вмістом 35 % за протеїном у раціоні на постнатальний розвиток щурів четвертого покоління під впливом частинок наноаргентуму. Проводили підрахунок кількості живих і мертвих нащадків, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, обраховували виживаність, оцінювали масу тварин протягом двох місяців. Проведено порівняння постнатального розвитку щурів контрольної та трьох дослідних груп. Основні досліджувані показники знаходились у межах фізіологічних норм, характерних для даних тварин. Разом із тим, зберігається тенденція, зафіксована під час досліджень виживаності тварин попередніх трьох поколінь, до зменшення кількості щуренят у підсисному віці у групі, яка отримувала трансгенну сою. Вживання питної води з наночастинками Аргентуму в концентрації 0,025 мкг/мл позитивно впливає на кількість щуренят у приплоді та зменшує їх смертність у групі тварин, які протягом трьох поколінь отримували у складі раціону трансгенну сою. У тварин дослідних груп, до складу раціону яких входить термічно оброблена соя, спостерігається активніше нарощування маси тіла на 13–18 % у порівнянні з контрольною групою тварин.

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В.

Ключові слова: традиційна соя, трансгенна соя, наноаргентум, щурі, постнатальний розвиток, виживаність, фізичний розвиток

Актуальність. Значного поширення серед рослинних складових кормів отримала соя та продукти її переробки, які після відповідної попередньої обробки поповнюють раціон комплексом корисних компонентів (протеїнами, рослинними жирами, мінеральними макро- та мікроелементами, вітамінами та вітаміноподібними сполуками). Кормова цінність зерна сої визначається високим умістом протеїну, який належить до найбільш повноцінних та за біологічними властивостями близький до протеїнів тваринного походження.

За об'ємами вирощування сої Україна входить до першої десятки країн світу. Однак поширення сортів генетично модифікованої сої, стійкої до дії гербіциду Roundup, підвищує можливість потрапляння її до складу кормів. Оскільки світові учені досі не прийшли до однозначної відповіді на питання щодо безпечності споживання трансгенних культур, залишається актуальним дослідження тривалого впливу генетично модифікованих рослин на тваринні організми та пошук шляхів зменшення відхилень, спричинених дією їх компонентів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженнями впливу трансгенних культур на живі організми займаються вчені різних країн, зокрема G. E. Seralini,

M. Malatesta, F. V. Brasil, J. Carman, J. V. Daleprane, Z. Qian, J. Bultman, S. Papineni, I. V. Єрмакова, М. А. Коновалова, Т. М. Лукашенко, Г. І. Губіна-Вакулик, О. П. Долайчук, І. М. Самсонюк, Г. І. Коцюмбас, Т. В. Горбач, Я. М. Кулик, М. Ф. Кулик, Ю. В. Обертюх та інші. Частина з них вважає вживання біотехнологічних культур потенційно небезпечним, оскільки доказів їх безпеки поки ніхто надати не зміг. Експерименти різняться кількістю та видом генетично модифікованих компонентів у кормах, складом раціону, тривалістю спостережень, віком та статтю тварин [1]. Аналіз опублікованих результатів свідчить про певні первинні відхилення у розвитку внутрішніх органів лабораторних тварин, потенційну можливість хронічної токсичності, виникнення різних захворювань у нащадків тощо.

Пошук варіантів зменшення відхилень у стані здоров'я тварин, які тривалий час вживали ГМО, привів до використання наночастинок біогенних металів у складі добавок до щоденного раціону. Додавання сполук у формі наночастинок має наступні переваги: наноаквахелати біометалів володіють високою біологічною дією, завдяки нанорозмірам більш повно засвоюються організмом і активно

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В. використовуються у процесах обміну речовин [2].

Наночастинки Аргентуму характеризуються специфічними властивостями, зокрема хімічною стабільністю, каталітичною й антибактеріальною активностями, антигрибковими, антивірусними та протизапальними властивостями [3]. Оскільки дослідження у цьому напрямку тільки почалися, вважаємо доцільним дослідити можливості використання препаратів наноаргентуму для зниження ризиків для здоров'я, викликаних довготривалим впливом компонентів раундапстійкої сої на тваринні організми.

Мета дослідження – вивчення впливу препарату «Шумерське срібло» на постнатальний розвиток щурів четвертого покоління, батьки яких тривалий час споживали трансгенну сою у складі раціону.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили на щурах лінії Wistar, які були поділені на три групи. Вихідні групи щурів батьківського покоління (F0) почали споживати експериментальні раціони за 1,5 місяці до спаровування. Тварини групи «Контроль» споживали стандартний раціон віварію. Щурі групи «Дослідна 1» отримували стандартний раціон із заміною 35 % його за протеїном на боби традиційної сої, групи «Дослідна 2» – стандартний раціон із заміною 35 %

його за протеїном на боби генетично модифікованої сої. Насадки першого (F1), другого (F2) та третього (F3) поколінь продовжували отримувати відповідні раціони з моменту переходу на самостійне харчування і до моменту виведення з експерименту.

На черговому етапі експерименту було сформовано чотири дослідні групи із тварин третього покоління: контрольна, дослідна 1, дослідна 2, дослідна 3. Кожна група складалася з 12 щурів (8 самок і 4 самця). Тварини групи «Контроль» продовжили споживати стандартний раціон віварію. Щурі групи «Дослідна 1» отримували стандартний раціон із заміною 35 % його за протеїном на боби традиційної 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 *cp4epsps* та регуляторні елементи – промотор 35S і термінатор NOS). Група «Дослідна 3» була сформована із представників тварин групи «Дослідна 2», які продовжили вживати експериментальний раціон, а до складу їх питної води додавали розчин препарату «Шумерське срібло». Тварини перших трьох груп отримували звичайну відстояну питну воду. Раціони всіх груп відповідали стандартним вимогам і прийнятним нормам.

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В.

Експериментальні раціони тварини отримували протягом усього терміну дослідження. Загальна тривалість дослідження – 2,5 роки.

Усі тварини перебували у віварії в однакових умовах у стандартних пластикових клітках із термообробленою стружковою підстилкою, за температури навколишнього середовища 20–22 °С, вологості повітря 50–60 %, стандартного світлового режиму «день–ніч».

Соєві боби перевірялись Українською лабораторією якості і безпеки продукції АПК НУБіП щодо показників якості та наявності генетично модифікованих організмів, протокол випробувань №1691-Н. Для знешкодження антипоживних речовин та зниження уреазної активності перед згодовуванням сою піддавали термічній обробці [4].

«Шумерське срібло» (ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», Київ) – суміш наночастинок Аргентуму та Купруму у вигляді аквахелатів. До складу препарату входять цитрат аргентуму з концентрацією активного Аргентуму – 250 ± 25 мг/л, цитрат купруму з концентрацією активного Купруму 250 ± 25 мг/л, лимонна кислота 0,01–0,5 %, вода очищена. Для експерименту готували питну воду з концентрацією препарату 0,01 %.

Для запліднення до самок підсаджували самців у співвідношенні 2 : 1 на один

естральний цикл. Фіксували показники репродуктивної здатності та дані постнатального розвитку приплоду спостереженням за тваринами протягом перших двох місяців життя. Під час дослідження постнатального розвитку проводили підрахунок кількості живих і мертвих щуренят, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, обраховували виживаність, контролювали зміну маси тіла.

Отриманий цифровий матеріал обробляли загальноприйнятими методами статистичного аналізу за допомогою програми MS Excel.

Результати дослідження та їх обговорення. Народження нащадків фіксувалося після 21–23 діб вагітності. Щуренят (покоління F4) відсаджували від матерів на 30 добу життя і переводили на раціон, який отримувала батьківська група.

У результаті дослідження постнатального розвитку щуренят покоління F4 встановлено, що загальна кількість нащадків в контрольній групі склала 61 особина, середня величина приплоду $7,6 \pm 1,3$ особин. У групі «Дослідна 1» кількість народжених щуренят – 58 особин, середня величина приплоду $7,3 \pm 1,6$ особин. У групі «Дослідна 2» загальна кількість новонароджених – 59 особин, середня величина приплоду $7,4 \pm 2,6$ особин. У групі «Дослідна 3» кількість народжених щуренят –

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В.

65 особин, середня величина приплоду $8,1 \pm 2,1$ особин. Попри те, що середня величина приплоду експериментальних груп знаходиться у межах фізіологічних значень, спостерігається зростання кількості народжених щуренят у групі «Дослідна 3», яка вживала питну воду з додаванням препарату «Шумерське срібло» з концентрацією активного Аргентуму 0,025 мкг/мл. Що корелює з дослідженнями І. І. Гевкана [5], де показано, що наночастинки Аргентуму в концентраціях 0,005–0,050 мкг/мл позитивно впливають на активність сперміїв та збереження у них прямолінійно поступальних рухів.

Отже, зростання кількості щуренят у приплоді обумовлене впливом наночастинок Аргентуму.

Постнатальний розвиток щурів покоління F4 характеризується достатньою виживаністю в експериментальних групах. Показники життєздатності приплоду четвертого покоління наведено у таблиці 1. Так, у період з 1 до 5 доби життя смертність нащадків групи «Дослідна 1» склала 6,9 %, у період з 6 до 30 доби життя – 5,6 %, групи «Дослідна 2» – відповідно 8,5 % і 13,0 %, групи «Дослідна 3» – 4,6 % і 4,8 %, контрольної групи – 6,6 % і 5,3 %.

1. Показники виживаності приплоду четвертого покоління

Група	Кількість самок, особин	Кількість народжених щуренят, особин	Показники виживаності за перші 5 днів		Показники виживаності з 6 по 30 добу	
			особин	%	особин	%
Контроль	8	61	57	93,4	54	94,7
Дослідна 1	8	58	54	93,1	51	94,4
Дослідна 2	8	59	54	91,5	47	87,0
Дослідна 3	8	65	62	95,4	59	95,2

Спостерігається зменшення кількості щуренят у підсисному віці на 13% у групі тварин, що отримувала у складі раціону генетично модифіковані соєві боби. Ймовірно проявляється тривалий вплив біологічно активних речовин трансгенної сої, що зумовлює порушення ембріонального розвитку і, як наслідок, народження фізіологічно слабких та нежиттєздатних щуренят.

Спостерігається зменшення у 2,7 рази смертності щуренят групи «Дослідна 3» у підсисному віці в порівнянні з групою «Дослідна 2». Вплив препарату «Шумерське срібло» у концентрації 0,01 %, до складу якого входять нанокластери аквахелатів Аргентуму та Купруму, обумовлений фізико-біологічною активністю наноаквахелатів складових компонентів та комплексною стимулювальною дією

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В.

даних мікроелементів на лабораторних щурів. Препарати наноаргентуму [6-8] здійснюють стимулюючу дію на кровотворні органи, у невеликих дозах покращують перебіг фізіологічних процесів, підвищують інтенсивність окисно-відновних процесів в організмі, активність ряду ензимів, функціонування залоз внутрішньої секреції, мозку, печінки та є сильним імуномодулятором.

Співвідношення самців і самок для усіх експериментальних груп у межах приплоду не виходили за межі значень, характерних для лабораторних щурів.

Загальний стан щуренят четвертого покоління був задовільним: за зовнішнім виглядом,

фізичним розвитком, поведінкою і швидкістю росту тварини дослідних груп не відрізнялись від щуренят контрольної групи. Відлипання вушних раковин фіксувалося на 3–4 добу, поява волосяного покриву – на 5–6 добу, прорізування зубів – на 9–10 добу, відкриття очей – на 15–16 добу. Видимих каліцтв у всіх експериментальних групах не виявлено.

Зважування щуренят відразу після народження не показало вірогідних міжгрупових відмінностей. Щотижневе зважування щуренят (рис. 1) показало, що маса тварин до 28 доби була у межах фізіологічної норми та достовірно між собою не відрізнялася.

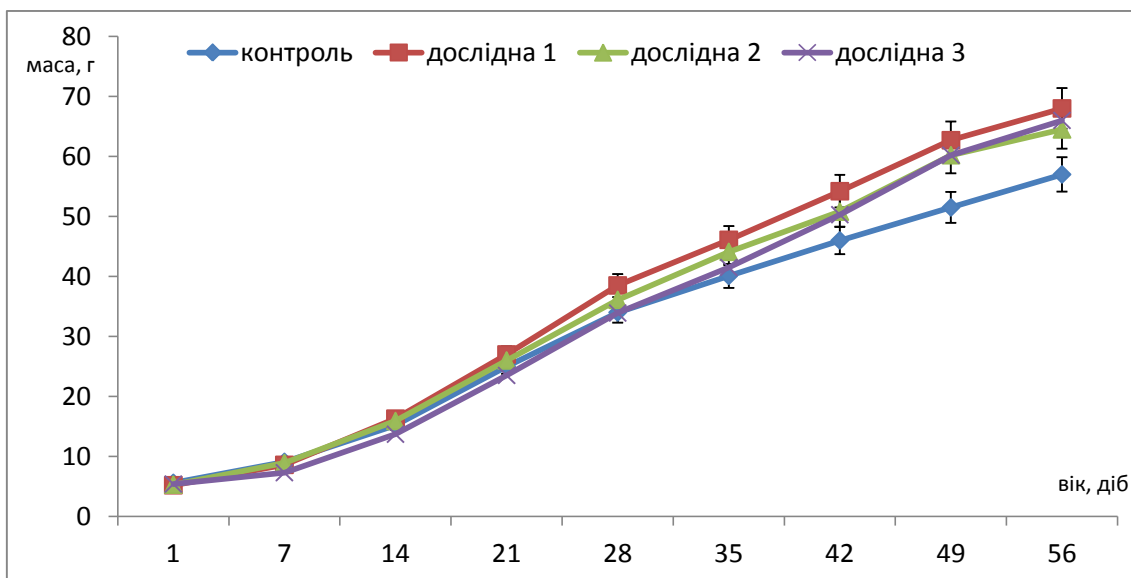


Рис. 1. Динаміка маси тіла щуренят четвертого покоління

Після переходу щуренят на групи, спостерігається активніше споживання раціону відповідної зростання маси тіла у тварин трьох

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В. дослідних груп, які у складі раціону отримували термічно оброблену сою. У віці 2 місяців спостерігається переважання загальної маси щуренят дослідних груп на 13–18 % над масою тварин контрольної групи. Таке зростання може бути пов'язано із вживанням соєвих протеїнів, які за рахунок термічної обробки краще перетравлюються і засвоюються дослідними тваринами, дають оптимальний рівень надходження енергії та інших поживних речовин, особливо біологічно повноцінного білка збалансованого за вмістом незамінних амінокислот.

Висновки і перспективи.

Вживання питної води з наночастинками Аргентуму в концентрації 0,025 мкг/мл позитивно впливає на кількість щуренят у приплоді та зменшує їх смертність у групі тварин, які протягом трьох поколінь отримували у складі раціону трансгенну сою.

Список використаних джерел

1. Омельченко Н. М., Дроник Г. В. Розповсюдження генетично модифікованих рослин та безпека їх використання у харчовій і сільськогосподарській промисловості. *Біологія тварин*. 2018. 20(4). С. 44-54. <https://doi.org/10.15407/animbiol20.04.044>
2. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії / В. Б. Борисевич, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов, Б. В. Борисевич, В. П. Сухонос, Н. М. Хомин; за ред.

Зберігається тенденція, зафіксована під час досліджень виживаності тварин попередніх трьох поколінь, щодо підвищення на 13% рівня смертності щуренят у підсисному віці у групі тварин, які отримували у складі раціону генетично модифіковані соєві боби.

У віці 2 місяців у тварин дослідних груп, до складу раціону яких входить термічно оброблена соя, спостерігається переважання загальної маси щуренят дослідних груп на 13–18 % над масою тварин контрольної групи.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу трансгенної сої на стан видільної системи щурів за тривалого вживання соєвих бобів на фоні споживання води з наночастинками Аргентуму.

В.Б. Борисевича, В. Г. Каплуненка. Київ: Авіцена, 2010. 416 с.

3. Sulaiman F. A., Adeyemi O. S., Akanji M. A., Oloyede H. O., Sulaimanc A.A., Olatunde A. et al., Biochemical and morphological alterations caused by silver nanoparticles in Wistar rats. *Journal of Acute Medicine*. 2015. №5. P. 96-102. <https://doi.org/10.1016/j.jacme.2015.09.005>

4. Омельченко Н. М., Дроник Г. В. Вплив генетично модифікованої сої на постнатальний розвиток щурів третього покоління. *Біоресурси і природокористування*. 2018. №10(5-

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В.

6). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/12195> (дата звернення: 14.02.2019).

5. Гевкан І. І. Вплив різних концентрацій наночастинок срібла в середовищі для розрідження сперми бугаїв на рухливість та життєздатність сперміїв. *Розведення і генетика тварин*. 2014. №48. С.226-231.

6. Хомин Н. М., Гайдюк М. Б., Кушнір І. М., Борисевич В. Б., Каплуненко В. Г., Косінов М. В. Вивчення дезінфекційних властивостей шумерського срібла. *Науковий вісник ветеринарної медицини: Зб. наук. праць*. Біла Церква, 2011. Вип.7(83). С.118-121.

7. Ge L., Li Q., Wang M., Ouyang J., Li X., Xing M. M. Nanosilver particles in medical applications: synthesis, performance, and toxicity. *International Journal of Nanomedicine*. 2014. №9. P. 2399-2407. doi: 10.2147/IJN.S55015

8. Fathi N., Hoseinipannah S. M., Alizadeh Z., Assari M. J., Moghimbeigi A., Mortazavi M., Hosseini M. H., Bahmanzadeh M. The effect of silver nanoparticles on the reproductive system of adult male rats: A morphological, histological and DNA integrity study. *Advances in clinical and experimental medicine*. 2018. 28(3). doi: 10.17219/acem/81607.

References

1. Omelchenko, N. M., Dronyk, H. V. (2018). Distribution of genetically modified plants and safety of their use in the food and agricultural industry. *The Animal biology*, 20(4), 44-54. <https://doi.org/10.15407/animbiol20.04.044>

2. Borysevych, V. B., Kaplunenko, V. H., Kosinov, M. V., Borysevych, B. V., Sukhonos, V. P., Khomyn N. M. (2010). Nanomaterials in biology. *Fundamentals of Nanotechnology [Nanomaterialy v biolohii. Osnovy nanoveterynarii]*. Kyiv, Ukraine: Avitsena, 416.

3. Sulaiman, F.A., Adeyemi, O.S., Akanji, M.A., Oloyede, H.O., Sulaiman, A.A., Olatunde, A. et al. (2015). Biochemical and morphological alterations caused by silver nanoparticles in Wistar rats. *Journal of Acute Medicine*, 5, 96-102. <https://doi.org/10.1016/j.jacme.2015.09.005>

4. Omelchenko, N., Dronik, G. (2018). Influence genetically modified soybeans on postnatal development of the third generation rats. *Biological Resources and Nature Management*, 10(5-6). Available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/12195> (Accessed Feb. 14, 2019).

5. Gevkan, I. I. (2014) The effect of silver nanoparticles at different concentrations in semen extender on viability and motility of bull spermatids. *Animal breeding and genetics*, 48, 226-231.

6. Homyn, N., Gaydyuk, M., Kushnir, I., Borisevich, V., Kaplunenko, V., Kosinov, M. (2011). Vyvchennia dezinfektsiinykh vlastyvostei shumerskoho sribla [The results of the study of antimicrobial activity of the shumerian silver]. *Scientific Journal of Veterinary medicine*, 7(83), 118-121.

7. Ge, L., Li, Q., Wang, M., Ouyang, J., Li, X., Xing, M. M. (2014). Nanosilver particles in medical applications: synthesis, performance,

Омельченко Н. М., Кучерява В. А., Дроник Г. В.

and toxicity. *International Journal of Nanomedicine*, 9, 2399-407. doi: 10.2147/IJN.S55015

8. Fathi, N., Hoseinipannah, S. M., Alizadeh, Z., Assari, M. J., Moghimbeigi, A., Mortazavi, M., Hosseini, M. H., Bahmanzadeh, M. (2018). The effect of silver

nanoparticles on the reproductive system of adult male rats: A morphological, histological and DNA integrity study. *Advances in clinical and experimental medicine*. 28(3). doi: 10.17219/acem/81607.

ПОСТНАТАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ КРЫС ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ ТРАНСГЕННОЙ СОИ И ПОД ВЛИЯНИЕМ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

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

Аннотация. Украина занимает второе место среди производителей сои в Европе и входит в первую десятку стран-производителей мира. Распространение сортов генетически модифицированной сои, устойчивой к действию гербицида Roundup, повышает возможность попадания ее в состав кормов. Мировые ученые до сих пор не пришли к однозначному ответу на вопрос о безопасности потребления трансгенных культур. Поэтому остается актуальным исследование длительного воздействия генетически модифицированных растений на животные организмы и поиск путей уменьшения отклонений, вызванных действием их компонентов.

В статье приведены результаты исследования влияния трансгенной сои с содержанием 35 % по протеину в рационе на постнатальное развитие крыс четвертого поколения под влиянием частиц наносеребра. Проводили подсчет количества живых и мертвых потомков, определяли среднюю величину приплода, визуально фиксировали общее физическое развитие, рассчитывали выживаемость, оценивали массу животных в течение двух месяцев. Проведено сравнение постнатального развития крыс контрольной и трех опытных групп. Основные исследуемые показатели находились в пределах физиологических норм, характерных для данных животных. Вместе с тем, сохраняется тенденция, зафиксированная во время исследований выживаемости животных предыдущих трех поколений, к уменьшению количества крысят в подсосном возрасте в группе, получавшей трансгенную сою. Употребление питьевой воды с наночастицами серебра в концентрации 0,025 мкг/мл положительно влияет на количество крысят в помете и уменьшает их смертность в группе животных, которые в течение трех поколений получали в составе рациона трансгенную сою. У животных опытных групп, в состав рациона которых входит термически обработанная соя, наблюдается активное наращивания массы тела на 13-18 % по сравнению с контрольной группой животных.

Ключевые слова: традиционная соя, трансгенная соя, наносеребро, крысы, постнатальное развитие, выживаемость, физическое развитие

**POSTNATAL DEVELOPMENT OF THE FOURTH GENERATION
RATS AT THE USE OF GENETICALLY MODIFIED SOYBEANS AND
UNDER INFLUENCE NANOPARTICLES OF ARGENTUM**

N. Omelchenko, V. Kucheriava, H. Dronyk

***Abstract.** Ukraine is the second among the European soybean producers, being also one of the world's top ten producers. Distribution of varieties of genetically modified soybean, resistant to Roundup, increases its ability of getting it to feed. World scientists have not yet come up with an unambiguous answer to the question of the safety of transgenic crops. Therefore, the study of the long-term effects of genetically modified plants on animal organism and search for ways to reduce deviations caused by the action of their components is actual.*

In the article described results researches of influence transgenic soybeans in ration with content 35 % protein on postnatal development of the fourth generation rats under the influence of nanoargentum particles. Counted up the amount of living and dead rats, determined the average size of new-born, by sight fixed general physical state, shortchanged survivability, measured body mass of the rat in two months. Investigated comparison of postnatal posterity development in control and experimental groups did not find out meaningful differences. The probed indexes were within the limits of physiology norms, characteristic for rats. At the same time, the tendency recorded during the studies of survival of animals of the previous three generations has been maintained, to a decrease in the number rats of age 6-30 days in the group receiving transgenic soy. The use of drinking water with Argentum nanoparticles at a concentration of 0.025 µg/ml positively affects the number of newborn rats and reduces their mortality in a group of animals that for three generations received transgenic soy as part of the diet. In animals of experimental groups, whose diet includes heat-treated soy, there is an active in weight gain by 13-18 % compared with the control group of animals.

***Keywords:** traditional soybean, transgenic soybean, nanoargentum, rats, postnatal development, survivability, physical development*