

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ІМЕНІ С. З. ГЖИЦЬКОГО**

ОМЕЛЬЧЕНКО НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА

УДК 577.118:57.084:57.085:636.028+636.034:591.613:633.34:661.85

**ВОДНО-СОЛЬОВИЙ БАЛАНС ОРГАНІЗМУ ТА РЕПРОДУКТИВНА
ФУНКЦІЯ ТВАРИН ПРИ ДОВГОТРИВАЛОМУ ЗГОДОВУВАННІ
ТРАДИЦІЙНИХ ТА ГМ-РОСЛИННИХ КОРМІВ**

03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Львів – 2021

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Робота виконана у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут»

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор,
академік НААН,
Дроник Григорій Васильович,
Буковинська державна сільськогосподарська
дослідна станція Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН,
головний науковий співробітник відділу
селекції, розведення, годівлі та технології
виробництва продукції тваринництва.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
Остапів Дмитро Дмитрович,
Інститут біології тварин НААН,
завідувач лабораторії молекулярної
біології та клінічної біохімії;

доктор сільськогосподарських наук, професор,
Трокоз Віктор Олександрович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
професор кафедри біохімії і фізіології тварин
імені академіка М. Ф. Гулого.

Захист відбудеться « 11 » травня 2021 р. о «12.30» годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.826.01 у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького за адресою: 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 50, аудиторія № 1.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького за адресою: 79010, м. Львів, вул. Пекарська, 50

Автореферат розісланий « 09 » квітня 2021 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат ветеринарних наук, доцент

Ю.М. Леньо

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У світі зберігається стійка тенденція до збільшення площ вирощування генномодифікованих (ГМ) рослин, які за період 1996–2019 рр. збільшилися з 1,7 до 190,4 млн. га. Постійне зростання площ, зайнятих ГМ рослинами, та географічне розташування нашої держави вимагають невідкладного вирішення питання необхідності створення дієвої системи використання ГМ культур, зокрема сої, та вивчення питання безпечності вживання тваринами і людиною трансгенних рослин. Цією проблемою у різні роки займався цілий ряд світових та вітчизняних учених (Malatesta M. et al., 2002, 2003, 2008; Brasil F.B. et al., 2009; Dalegrane J.B. et al., 2009, 2010; Carman J.A. et al., 2013, 2014; Seralini G.E. et al., 2014, 2020; Mesnage R. et al., 2017; Qian Z. et al., 2018; Papineni S. et al., 2017, 2018; Долайчук О.П. зі співавт., 2012, 2013; Самсонок І.М. зі співавт., 2013, 2014; Коцюмбас Г.І. зі співавт., 2012; Кулик М.Ф. зі співавт., 2015; Кулик Я.М. зі співавт., 2015, 2020; Горбач Т.В. с соавт., 2016; Губіна-Вакулік Г.І. зі співавт., 2017). Експерименти різняться за трансгенними компонентами та вмістом їх у кормах, складом раціону, тривалістю спостережень, видом, віком, статтю й віддаленим впливом на організм тварин тощо. Тому, значне поширення й використання у годівлі продукції, отриманої з ГМ сої, та відсутність єдиної думки про безпечність ГМ-продуктів зумовлюють необхідність тривалих досліджень для встановлення віддалених наслідків впливу її на організм тварин і, відповідно, людини.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація є складовою частиною науково-дослідної роботи відділу селекції, розведення, годівлі та технології виробництва продукції тваринництва Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України (ДР 0116U001268) та кафедри промислової біотехнології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» відповідно до науково-тематичної картки кафедри «Біотехнологія в сучасному агропромисловому виробництві», затвердженої Вченою радою факультету та Вченою радою НТУ «ХПІ».

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень було вивчення стану водно-сольового балансу організму та репродуктивної функції тварин за тривалого згодовування традиційних та генномодифікованих рослинних кормів (соевих бобів).

Відповідно до мети поставлені такі завдання:

- дослідити вплив термічно оброблених генетично модифікованих соєвих бобів на репродуктивну функцію шурів лінії Wistar, виживання і постнатальний розвиток отриманого приплоду у поколіннях;
- вивчити вплив трансгенної сої на індекс маси внутрішніх органів та функціональний стан видільної системи шурів;
- дослідити вплив традиційної та генномодифікованої сої на фізіолого-біохімічні й господарські показники корів під час лактації;
- вивчити вплив трансгенної сої на репродуктивну функцію корів;
- з'ясувати вплив аргентуму цитрату, одержаного методом нанотехнології, на репродуктивну функцію, виживання та розвиток нащадків шурів і великої рогатої худоби; функціональний стан видільної системи шурів; молочну продуктивність і

фізіолого-біохімічні показники організму корів на тлі тривалого вживання трансгенної сої у складі раціону.

Об'єкт дослідження – фізіолого-біохімічні процеси в організмі тварин за тривалого згодовування традиційної та генномодифікованої сої.

Предмет дослідження – особливості розвитку щурів п'яти поколінь за тривалого згодовування трансгенних соєвих бобів; функціональний стан нирок за показниками екскреторної, іонорегулюючої, кислотновидільної функцій; молочна продуктивність і відтворювальна здатність корів та якість потомства за тривалого згодовування трансгенних соєвих бобів.

Методи дослідження: фізіологічні (тривалі спостереження за змінами стану і функцій організму дослідних тварин), фізико-хімічні (визначення вмісту катіонів і аніонів у біологічних рідинах), біохімічні (визначення вмісту загального протеїну, креатиніну, сечовини та активності ензимів), зоотехнічні (ріст і розвиток тварин, маса та індекси маси внутрішніх органів, молочна продуктивність, збереженість приплоду), статистичні (обробка результатів досліджень).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше одержано дані щодо тривалого впливу термічно оброблених соєвих бобів традиційного та трансгенного сортів на фізіологічний стан і репродуктивну здатність самок та самців щурів лінії *Wistar* п'яти поколінь. Встановлено, що за тривалого згодовування термічно оброблених трансгенних соєвих бобів зменшується виживання нащадків у підсисному віці, змінюється функціональний стан нирок лабораторних щурів обох статей, що супроводжується збільшенням концентрації та екскреції ендogenous креатиніну у сечі, підвищенням концентрації креатиніну та сечовини у сироватці крові. Згодовування генетично модифікованих бобів сої не викликає вірогідних змін водно-сольового балансу та не впливає на рівень електролітів у сироватці крові щурів п'яти поколінь. Отримано нові дані щодо впливу розчину аргентуму цитрату, одержаного методом нанотехнології, на репродуктивну функцію, виживання та розвиток нащадків щурів і великої рогатої худоби; функціональний стан видільної системи щурів; молочну продуктивність корів на тлі тривалого вживання тваринами трансгенних соєвих бобів у складі кормового раціону.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні рекомендацій сільськогосподарським підприємствам щодо використання соєвмісних кормів і включення аргентуму цитрату, одержаного методом нанотехнології, до раціону корів за лактації для нормалізації обміну речовин, збереження потомства, продуктивності і відтворювальної здатності тварин. Встановлено доцільність вживання аргентуму цитрату у дозі 1 мкгAg/kg маси тіла для покращення фізіологічного стану організму та репродуктивної функції тварин за умов тривалого згодовування кормів з вмістом генномодифікованої сої. Основні результати дисертаційного дослідження використовуються у навчальних процесах Чернівецького факультету НТУ «ХП» та Навчально-наукового інституту хімічних технологій та інженерії НТУ «ХП» під час викладання дисциплін «Промислова та аграрна біотехнологія», «Екобіотехнологія», «Біохімія».

Особистий внесок здобувача. Здобувачка самостійно провела патентно-інформаційний пошук, опрацювала наукову літературу за темою дисертації, обрала

методи досліджень, освоїла методичні підходи до розв'язання поставлених завдань, виконала всі експерименти, статистичний та науковий аналіз одержаних даних. Разом з науковим керівником брала участь у формулюванні мети та завдань досліджень, інтерпретації й узагальненні одержаних результатів, оформленні висновків дисертаційної роботи. Оприлюднила і опублікувала у співавторстві результати досліджень.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень щорічно обговорювались на засіданнях кафедри промислової біотехнології Чернівецького факультету НТУ «ХП» і оприлюднені у доповідях на конференціях: Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Біотехнологія: звершення та надії» (м. Київ, НУБіП, 2014, 2016, 2017 рр.); V Науково-практичній конференції для молодих учених і студентів «Біологічні дослідження–2015» (м. Житомир, 2015 р.); Горбуновських читаннях «Екологічний стан і здоров'я жителів міських екосистем» (м. Чернівці, 2015 р.); IX Всеукраїнській і II Міжнародній науково-практичних інтернет-конференціях: «Новітні тенденції у харчових технологіях, якість і безпечність продуктів» (м. Львів, 2017 р.) та «Біотехнологія: досвід, традиції та інновації» (м. Київ, НУХТ, 2018 р.); II Всеукраїнській конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Актуальні проблеми сучасної хімії» (м. Миколаїв, 2018 р.); XVI Всеукраїнській та Міжнародних наукових конференціях «Biotechnologies, Present and Perspectives» (м. Сучава, 2017 р.), «Актуальні питання біології та медицини» (м. Старобільськ, 2018 р.) і «Сьогодення біологічної науки» (м. Суми, 2018 р.); Міжнародних науково-практичних конференціях: «Теорія і практика актуальних досліджень» (м. Київ, 2017 р.), «Ветеринарні препарати: розробка, контроль якості та застосування» (м. Львів, 2017 р.), «Проблеми та стан використання ГМО в харчових продуктах» (м. Львів, 2018 р.) та «Міжнародні наукові дослідження: інтеграція науки та практики» (м. Київ, 2018 р.); VII Міжнародній науково-технічній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» (м. Київ, 2018 р.); XVII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених «Молоді учені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини», присвячена 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук Третевича Володимира Івановича (м. Львів, 2018 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи та отримані результати досліджень опубліковано в 24 наукових працях, з яких 8 статей (у т. ч. 6 – у фахових виданнях МОН України, що включені у міжнародні наукометричні бази даних), 8 тез доповідей, 8 матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота містить анотації, вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати власних досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, висновки, пропозиції виробництву, список використаних джерел і додатки. Робота викладена на 185 сторінках комп'ютерного тексту, ілюстрована 44 таблицями, 8 рисунками, містить 3 додатки. Список літератури включає 300 джерел, у т. ч. кирилицею – 194 та латиницею – 106.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури. У розділі наведено огляд і аналіз наукових джерел літератури з поширення генетично модифікованих рослин у світі та в Україні, дані щодо безпеки використання трансгенних культур у сільськогосподарському виробництві і харчовій промисловості, висвітлено особливості водно-солевого обміну тварин за згодовування генетично модифікованих продуктів, проаналізовано вплив наночастинок мікроелементів на ріст та розвиток тварин.

Матеріали і методи досліджень. Досліди проведені на щурах лінії *Wistar* (модельні досліди) та коровах (6,0–6,5 тис. кг молока за лактацію) під час першої половини лактації (рис. 1). Досліди проведені на кафедрі промислової біотехнології Чернівецького факультету НТУ «Харківський політехнічний інститут» і на базі Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (БДСДС ІСГКР) впродовж 2014–2019 рр. Дослідження на високопродуктивних коровах проведено в умовах сільськогосподарських підприємств Чернівецької області впродовж 2016–2019 рр.



Рис. 1. Загальна схема досліджень

Для експерименту на лабораторних тваринах за принципом аналогів було сформовано групи: контрольна (К), Дослідна 1 (Д1), Дослідна 2 (Д2) та Дослідна 3

(ДЗ). Контрольна група одержувала стандартний комбікорм для лабораторних тварин. Групи Д1 і Д2 – стандартний раціон із заміною 35 % його за протеїном, відповідно, на боби традиційної (Чернівецька 9) та трансгенної (*Roundup*®) сої. Група ДЗ сформована з тварин третього покоління групи Д2, які продовжили вживати раціон із бобами ГМ сої, а до їх питної води додавали розчин аргентуму цитрату (концентрація активного Ag – 0,025 мкг/мл). Тварини груп К, Д1, Д2 отримували дехлоровану питну воду. Перед згодовуванням для знешкодження антипоживних речовин та зниження уреазної активності боби сої піддавали спеціальній термічній обробці: попередньо замочували у холодній воді на 12–16 год., змінювали воду, відварювали протягом 1–1,5 год. і висушували за 115–125 °С. Ступінь знешкодження контролювали за активністю уреаз.

Експерименти проведені з дотриманням вимог Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження», «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», узгоджених з положеннями «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують з експериментальною та іншою науковою метою», Директивою №2010/63/ЄС про захист тварин, що використовуються з науковою метою. Тварини усіх груп були клінічно здоровими та знаходилися в ідентичних умовах, забір та обробку матеріалу здійснювали паралельно.

Для запліднення до самок підсаджували самців у співвідношенні 2:1 на 1 естральний цикл. Щуренят відсаджували на 30-ту добу життя та переводили на раціон батьківської групи. Для продовження експерименту відбирали нащадків від різних самок з метою рандомізації досліджень і запобігання інцесту.

Для дослідження постнатального розвитку щурів усіх поколінь підраховували кількість живих і мертвих щуренят, визначали середню величину приплоду, візуально фіксували загальний фізичний розвиток, оцінювали виживання, вимірювали масу тіла. У щурів, після евтаназії під легким хлороформним наркозом, відбирали кров і внутрішні органи для дослідження масометричних і фізіолого-біохімічних показників органів і сироватки крові.

Забір сечі для досліджень проводили методом обмінних кліток. Показники фізіологічного стану нирок обчислювали за загально визначеними формулами. Кислотнорегулюючу функцію нирок характеризували концентрацією активних іонів гідрогену в сечі, екскрецією титрованих кислот і аміаку. Визначення рН сечі проводили рН-метром, вміст титрованих кислот і аміаку – титрометрично, а води у внутрішніх органах (серці, печінці, нирках, селезінці, легенях) – гравіметрично.

Експерименти щодо дії термічно оброблених традиційних та ГМ соєвих бобів у раціоні на фізіолого-біохімічні, господарські показники та репродуктивну здатність корів, ріст і розвиток їх телят проводили на тваринах української червоно-рябої молочної породи в умовах господарств Кіцманського району Чернівецької області: 1) ТОВ «АТЗТ «Мирне», с. Оршівці; 2) ТОВ «Валявське», с. Валява. Тварин підбирали за віком, живою масою, продуктивністю та фізіологічним станом з урахуванням показників відтворної здатності: час відновлення статеві охоти після отелення, кількість осіменіння, тривалість сервіс-періоду та індекс осіменіння.

Було сформовано дві групи корів: Дослідна 1 отримувала основний раціон (ОР) з додаванням бобів традиційної сої, утримувались в умовах ТОВ «Валявське»;

Дослідна 2 – ОР з додаванням бобів ГМ сої *Roundup*, утримувались в ТОВ «АТЗТ «Мирне». Корови цілий рік утримувалися прив'язно з забезпеченням ідентичних умов утримання і годівлі, з балансуванням, згідно існуючих норм, раціонів.

Упродовж 2018–2019 рр. проведені дослідження впливу препарату цитрату аргентуму на фізіологічний стан організму корів, які тривалий час вживали ГМ соєві боби. Дослідження методом груп-періодів проводили на двох групах корів української червоно-рябої молочної породи, по 4 тварини у кожній на базі ТОВ «АТЗТ «Мирне». Тварини контрольної групи впродовж усього періоду досліду отримували ОР з використанням ГМ сої, збалансований згідно існуючих норм. Коровам дослідної групи згодовували корми ОР з додаванням аргентуму цитрату, одержаного методом нанотехнології, у кількості 1 мкгAg/kg маси тіла.

Визначення концентрації йонів K^+ та Na^+ у сироватці крові та сечі проводили методом емісійної фотометрії; загального кальцію – уніфікованим колориметричним методом; магнію – колориметричним методом без депротеїнізації; неорганічного фосфору – спектрофотометрично без депротеїнування у сильнокислому середовищі з молібденовою кислотою; хлоридів – колориметрично з меркуріотіоціанатом в сильнокислому середовищі; сечовини в сироватці крові та сечі – за реакцією з саліцилатгіпохлоритом; креатиніну – кінетичним методом в лужному середовищі з пікриновою кислотою; загального протеїну – фотометрично біуретовою реакцією; активність АлАТ і АсАТ у сироватці крові – кінетичним методом.

Статистичний аналіз результатів досліджень проведено за допомогою пакету програм MS Excel 7.0. Вірогідність різниць між величинами досліджуваних показників оцінювали за t-критерієм Стьюдента з порогами вірогідності: * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$, *** – $P < 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Репродуктивна здатність щурів за тривалого згодовування генномодифікованих продуктів. Постнатальний розвиток щурів I покоління (F1) в контрольній і дослідних групах характеризувався високим виживанням. Зокрема, загальна кількість нащадків в групі Д1 становила 64 щуренят, середня величина приплоду $8,0 \pm 2,1$ тварин, у групі Д2, відповідно, 68 і $8,5 \pm 1,5$; контрольній групі кількість нащадків – 75, середня величина приплоду – $9,4 \pm 2,4$ тварин (табл. 1).

Таблиця 1

Виживання приплоду щурів першого покоління

Група	Кількість самок, тварин	Кількість народжених щуренят, тварин	Виживання щуренят впродовж досліду			
			за перші 5 днів		з 6 по 30 доби	
			тварин	%	тварин	%
К	8	75	71	94,7	68	95,8
Д 1	8	64	60	93,8	55	91,7
Д 2	8	68	63	92,7	55	87,3

Середня величина приплоду в щурів експериментальних груп II та наступних поколінь була дещо нижчою порівняно з величиною приплоду самок I покоління. За час спостереження видимих вад розвитку у тварин всіх груп не виявлено. Відлипання вушних раковин встановлено на 3, появу волосяного покрыву – на 5–6,

прорізування зубів – на 9–10 і відкриття очей – на 15–16 доби.

Постнатальний розвиток щурів характеризувався високим виживанням в усіх групах. Однак, спостерігалася тенденція до зниження кількості щуренят підсисного віку у групі тварин, що отримувала в складі раціону ГМ сою. Зокрема, число щуренят знижувалось у I поколінні на 12,7 %, у II – на 16,4 %, у III – на 15,8 %, у IV – на 13,0 %. Ймовірно, тривала дія біологічно активних речовин трансгенної сої зумовлює порушення ембріонального розвитку і, як наслідок, народження фізіологічно слабких та нежиттєздатних щуренят.

Зважування щуренят при народженні не виявило вірогідних міжгрупових відмінностей (рис. 2).

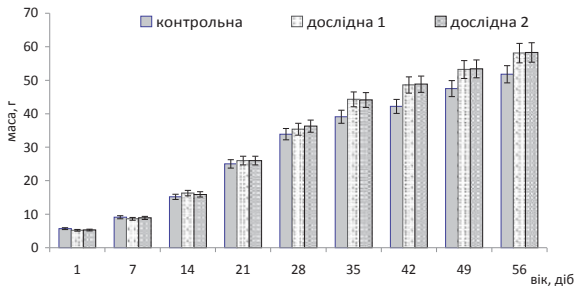


Рис. 2. Динаміка маси тіла щуренят третього покоління

Маса тварин відповідала фізіологічним нормам для молодняка щурів у цьому віці. Вага щуренят у віці 28 дб трьох груп також була у межах фізіологічної норми й вірогідно не відрізнялася. При переході тварин на самостійне живлення середня маса тіла однієї тварини у групах, що споживали соєві боби, вірогідно зростає у порівнянні з контрольними щурами. Так, двомісячні щуренята групи Д1 важили більше на 12,2 % ($P < 0,05$), групи Д2 – на 12,5 % ($P < 0,05$). Очевидно за термічної обробки зростає засвоюваність протеїнів сої організмом тварин, оптимізується рівень надходження енергії та інших поживних речовин, особливо біологічно повноцінного протеїну збалансованого за вмістом незамінних амінокислот.

Масометричні коефіцієнти внутрішніх органів щурів за згодовування генномодифікованих продуктів. Встановлено, що індекс маси нирок (ІМН) у самок та самців батьківського та двох наступних поколінь, які споживали боби термічно обробленої традиційної сої, не відрізнявся від контрольної групи. За згодовування бобів ГМ-сої помічена тенденція до незначного збільшення даного показника у самців батьківського покоління, що у I та II поколіннях – нівелювалося. Однак, у тварин III та IV поколінь спостерігали тенденцію до зростання ІМН в обох групах. Щурі групи Д2 мали збільшені нирки на 9,6 % у III та на 10,8 % у IV поколіннях, порівняно з контрольними тваринами. У самок ІМН збільшений на 8,4 % у I, на 8,9 % – II, на 9,3 % – III та на 9,2 % у IV поколіннях.

У самок групи Д2 батьківського та I покоління спостерігали тенденцію до зменшення індексу маси селезінки (ІМС) і незначне збільшення цього показника у II та III поколінь. Одночасно, у самок, які вживали боби традиційної сої, встановлено зменшення ІМС у всіх поколіннях. У самців, які вживали боби ГМ сої, ІМС зростав

В усіх поколіннях, починаючи з батьківського. Найбільше реагувала селезінка щурів батьківського покоління: за згодовування термічно оброблених ГМ соєвих бобів на 19,4 % ($P<0,05$) зростав ІМС. Це може вказувати на зміну структури та фізіологічної функції селезінки за впливу залишків антипоживних компонентів ГМ сої у раціоні.

Дослідження індексу маси печінки (ІМП) самок батьківського покоління показало збільшення показника, відповідно, на 27,2 та 27,4 % ($P<0,05$) у тварин груп Д1 та Д2, порівняно з контролем. У самок наступних поколінь групи Д1 статистично вірогідного збільшення показника ІМП не виявлено, а у групи Д2 збереглася тенденція до збільшення ІМП на 6,0 % у I, на 8,9 % – II і на 8,7 % – III поколіннях.

У самців спостерігали збільшення ІМП на 24,3 та 28,0 % ($P<0,05$) у тварин груп Д1 та Д2, щодо контрольної групи батьківського покоління. У наступних поколіннях тенденція до збільшення ІМП залишилася, але була менш вираженою. Результати досліджень свідчать про зростання ІМП у самців групи Д1 на 7,0 % у I, на 5,9 % – II, на 5,1 % – III поколіннях. У групі Д2 помічена подібна тенденція, але зростання ІМП було більшим: у I поколінні – на 11,0 %, у II – 8,2 % і у III – 5,2 %. Оскільки печінка виконує дезінтоксикаційну функцію, можна припустити, що за впливу залишків антипоживних компонентів ГМ сої у складі раціону активуються процеси знешкодження чи перетворення розщеплених продуктів бобів сої, що надходять до органа.

У щурів IV покоління встановлена тенденція до зростання ІМП: у самок групи Д1 на 5,8 % та у самців – 10,1 % порівняно з тваринами контрольної групи (рис. 3).

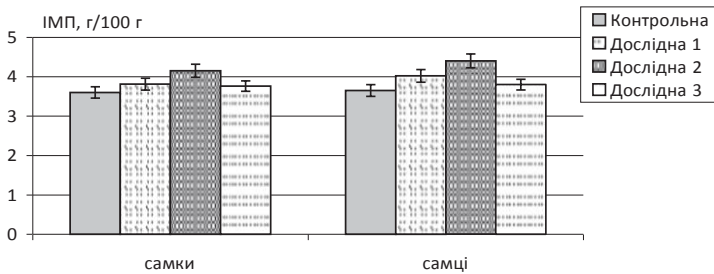


Рис. 3. Індекс маси печінки (ІМП) щурів IV покоління за згодовування традиційної та трансгенної сої і за одночасного вживання бобів трансгенної сої та випоювання розчину наносполуки аргентуму цитрату

У тварин групи Д2 вірогідно доведено зростання ІМП у самок на 15,3 % ($P<0,05$) та у самців на 20,5 % ($P<0,05$). У щурів групи Д3 за одночасного вживання бобів ГМ сої та випоюванні розчину аргентуму цитрату ІМП зменшився на 10,4 % – у самок та на 16,7 % ($P<0,05$) – у самців, порівняно з групою тварин, які вживали тільки ГМ соєві боби. Отже, випоювання наносполуки аргентуму цитрату у біотичних дозах нормалізує обмін речовин, зменшує токсичний вплив складових раціону, зокрема, згодовування бобів трансгенної сої.

Склад раціону з умістом натуральної та трансгенної сої слабо впливав на вміст загальної вологи у досліджених органах тварин обох статей у п'яти

поколіннях дослідних груп, порівняно з контролем.

Отже, згодовування ГМ соєвих бобів здійснює найбільший вплив на органи шурів батьківського покоління, що характеризується зростанням індексу маси печінки та тенденцією до збільшення індексів маси нирок і селезінки. Випоювання аргентуму наноцитрату у біотичних дозах нівелює негативний вплив ГМ соєвих бобів у складі раціону шурів і нормалізує перебіг фізіолого-біохімічних процесів як в окремих органах, так і в цілому організмі тварин. Раціон зі вмістом бобів сої не впливає на вміст загальної вологи у органах шурів обох статей п'яти поколінь.

Водно-сольовий обмін організму шурів за згодовування генно-модифікованих кормів. Дослідження функції нирок за згодовування шурам термічно оброблених соєвих бобів вказувало на зміни екскреторної функції нирок у шурів усіх поколінь (табл. 2).

Таблиця 2

Функціональний стан нирок у шурів батьківського покоління (M±m)

Показники	Групи тварин		
	К	Д1	Д2
самки (n=8)			
Діурез, мл/24 год. · 100 г	7,8±0,39	8,3±0,29	8,5±0,36
Екскреція Na ⁺ з сечею, мкМ/24 год. · 100 г	0,24±0,026	0,25±0,011	0,25±0,025
Екскреція K ⁺ з сечею, мкМ/24 год. · 100 г	0,043±0,0050	0,046±0,0019	0,047±0,0049
Концентрація креатиніну в сечі, мМ/л	0,97±0,064	1,23±0,043**	1,36±0,048****
Питна активність, мл/100 г на добу	2,7±0,31	2,9±0,05	3,5±0,11*##
Na ⁺ /K ⁺ коефіцієнт, од.	0,055±0,0028	0,055±0,0020	0,055±0,0029
Екскреція протеїну з сечею, мг/24 год. · 100 г	4,48±0,511	4,73±0,164	4,86±0,49
Екскреція креатиніну з сечею, мкМ/24 год. · 100 г	7,56±1,064	10,15±0,427*	11,52±1,122*
самці (n=6)			
Діурез, мл/24 год. · 100 г	12,0±0,85	11,2±0,36	10,9±0,78
Екскреція Na ⁺ з сечею, мкМ/24 год. · 100 г	0,38±0,033	0,38±0,024	0,37±0,033
Екскреція K ⁺ з сечею, мкМ/24 год. · 100 г	0,045±0,0048	0,041±0,0016	0,040±0,0025
Концентрація креатиніну в сечі, мМ/л	1,70±0,161	2,03±0,188	2,38±0,128**
Питна активність, мл/100 г на добу	3,7±0,24*	3,1±0,05	3,7±0,09***
Na ⁺ /K ⁺ коефіцієнт, од.	0,094±0,0043	0,093±0,0062	0,094±0,0068
Екскреція протеїну з сечею, мг/24 год. · 100 г	7,04±0,591	6,40±0,208	6,25±0,449
Екскреція креатиніну з сечею, мкМ/24 год. · 100 г	19,62±0,997	22,65±1,999	24,48±1,891*

Примітка: в цій і наступних таблицях різниця статистично вірогідна порівняно: до контрольної групи – *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001; до першої дослідної групи – #P<0,05; ##P<0,01; ###P<0,001.

Стандартизований показник об'єму виділеної сечі не змінювався за вживання звичайної та ГМ сої. Однак, виявлена тенденція до зростання цього показника у батьківських поколінь груп Д1 і Д2, порівняно з контролем, може бути зумовлена зростанням питної активності, що особливо проявляється у шурів, які вживали трансгенну сою. Відносна густина сечі самок шурів усіх трьох дослідних груп коливалася в межах 1,018–1,021, самців – 1,018–1,022, що характеризувало фізіологічну норму для лабораторних тварин. Часткове зростання даного показника корелювало з тенденцією до зменшення об'єму добового діурезу.

Водневий показник (рН) сечі коливався в межах 5,9–6,1 у самок та 5,8–6,1 –

самців, що вказує на відсутність впливу згодовування сої на видільну функцію нирок в усіх досліджених поколіннях щурів. Концентрація електролітів Na^+ та K^+ у сечі самок і самців обох дослідних груп батьківського покоління, як і щурів наступних поколінь вірогідно не відрізнялися від вмісту вказаних іонів у тварин контрольної групи.

Об'єм спожитої води змінювався залежно від статі тварини. При цьому, величина даного показника в інтактних тварин батьківського покоління становила у самок $-2,7 \pm 0,31$ мл/100 г/добу, у самців $- 3,7 \pm 0,24$ мл/100 г/добу. Питна активність зростала у тварин дослідних груп усіх поколінь. Так, у самок щурів групи Д2 батьківського покоління вона була вірогідно вищою ($P < 0,05$), порівняно з аналогами контролю та групи Д1 ($P < 0,001$). Аналогічно, у самок щурів II покоління ця величина у 1,3 раза ($P < 0,001$) вища як у групі Д1, так і Д2, порівняно з контролем. У самців II покоління встановлено зростання питної активності у 1,3 раза ($P < 0,01$) у групах Д1 і Д2 порівняно з контролем.

Маркерами порушення функціонального стану нирок у віддалені терміни вважають протеїнурію та зміну екскреції креатиніну. У наших дослідженнях вірогідних змін протеїнурії у контрольних та дослідних тварин не виявлено. Однак, концентрація ендogenous креатиніну у сечі самок щурів батьківського покоління в 1,3 раза ($P < 0,01$) вища у групі Д1 і у 1,4 раза ($P < 0,001$) – у групі Д2, ніж в контролі. У самок, які споживали ГМ сою, даний показник був у 1,1 раза ($P < 0,05$) вищий, порівняно з тваринами, що вживали натуральну сою. Екскреція креатиніну також перевищувала показник контрольної групи у 1,3 раза у групі Д1 та 1,5 раза у Д2 ($P < 0,05$). Аналогічно концентрація ендogenous креатиніну в сечі самців батьківського покоління групи Д2 в 1,4 раза ($P < 0,01$) вища, ніж у контролі. При цьому, у самців щурів, які споживали ГМ сою у 1,3 раза ($P < 0,05$) вища концентрація ендogenous креатиніну, порівняно з тваринами, яким згодовували натуральну сою.

Дослідження екскреторної функції нирок у щурів I покоління виявили подібну тенденцію. Концентрація креатиніну в сечі самок вірогідно вища в 1,2 раза у групі Д1 та 1,3 раза у групі Д2, до показників контрольної групи, з тенденцією до підвищення екскреції креатиніну з сечею. Аналогічно, концентрація креатиніну в сечі самців групи Д2 в 1,3 раза ($P < 0,05$) вища, ніж у контролі, а екскреція креатиніну з сечею також зростала у 1,5 раза ($P < 0,05$). Подібні зміни мали місце й у тварин наступних поколінь. Концентрація креатиніну в сечі самок груп Д1 і Д2 в 1,2 ($P < 0,05$) та 1,3 ($P < 0,01$) раза, а екскреція креатиніну – в 1,5 ($P < 0,01$) та 1,5 ($P < 0,05$) раза перевищували показники контролю. У самців також була тенденція до змін величин показників, які встановлені у попередніх поколіннях.

У сироватці крові самок та самців щурів дослідних груп чотирьох поколінь не виявлено статистично вірогідних змін концентрації катіонів Na^+ (145,8–146,1 мМ/л), K^+ (4,8–5,3 мМ/л), Ca^{2+} (2,56–2,62 мМ/л), Mg^{2+} (0,89–0,91 мМ/л) та аніонів хлоридів (98,1–101,5 мМ/л) і фосфатів (1,6–2,2 мМ/л), порівняно з контролем. Однак, у сироватці крові самок щурів батьківського покоління груп Д1 і Д2 концентрація креатиніну вища, відповідно, у 1,2 ($P < 0,05$) і 1,3–1,4 ($P < 0,05$) раза порівняно з контролем. У тварин дослідних груп поколінь F1, F2 і F3 подібна тенденція збереглася (табл. 3). Підвищення вмісту креатиніну ймовірно було пов'язане з

вживанням раціону, багатого на легкозасвоювані протеїни.

Таблиця 3

Біохімічні показники сироватки крові щурів першого покоління (M±m; n=8)

Показники	Групи тварин		
	К	Д1	Д2
Самки			
Креатинін, мкМ/л	62,7±1,14	73,4±2,09***	79,8±1,82***#
Сечовина, мМ/л	6,7±0,32	6,9±0,31	7,9±0,45*
Загальний протеїн, г/л	75,6±0,76	74,9±1,38	73,0±1,25
Самці			
Креатинін, мкМ/л	59,4±1,31	68,1±1,82**	75,0±2,27***#
Сечовина, мМ/л	5,6±0,38	6,4±0,61	6,7±0,27*
Загальний протеїн, г/л	68,8±0,95	68,3±1,07	68,6±1,09

Звертає на себе увагу зростання на 7,5–9 % ($P<0,05$) концентрації креатиніну в сироватці крові самок, які вживали ГМ сою, не тільки порівняно з контрольною групою, але й з тваринами, які вживали звичайну сою. Причому, ці зміни зберігаються у всіх поколіннях тварин. Аналогічно, у сироватці крові самців батьківського покоління групи Д1 концентрація креатиніну у 1,2 раза ($P<0,05$) вища, а групи Д2 – у 1,3 раза ($P<0,001$) порівняно з контрольними тваринами. У дослідних групах поколінь F1, F2 і F3 була відмічена така ж тенденція. Одночасно, спостерігалася тенденція до зростання концентрації креатиніну в сироватці крові самців, які вживали ГМ сою не тільки порівняно з контрольною групою, а й із тваринами, які вживали сою звичайну. Зміни зберігалися в усіх поколіннях тварин.

Концентрація сечовини вірогідно ($P<0,05$) зростала в сироватці крові самок щурів групи Д2. У самок батьківського покоління значення показника було вище у 1,2 раза ($P<0,05$) та у 1,1 раза ($P<0,05$) від аналогічного у групах К та Д1. У крові самок наступних поколінь тенденція до зростання вмісту сечовини зберігалася. Також вірогідно підвищувався її вміст у сироватці крові самців групи Д2 порівняно з контрольною. Якщо у самців батьківського покоління зафіксована тільки тенденція до зростання цього показника, то у тварин I, II та III поколінь вміст сечовини був у 1,2 раза ($P<0,05$) вищий від аналогічного у контрольній групі.

Аналіз концентрації загального протеїну, сечовини та креатиніну виявив статуральну залежність величин описаних показників. Зокрема, у крові самок, порівняно з самцями, встановлено вищі концентрації загального протеїну в 1,1 раза; сечовини – 1,2 раза ($P<0,05$); креатиніну – 1,05 раза. Така тенденція встановлена в усіх п'яти поколіннях тварин дослідних груп.

Вплив аргентуму цитрату на репродуктивну здатність та розвиток щурів, яким тривалий час згодовували генномодифіковані продукти. Дослідженням постнатального розвитку щуренят IV покоління встановлено, що середня величина приплоду у групі К – 7,6±1,3; Д1 – 7,3±1,6; Д2 – 7,4±2,6; Д3 – 8,1±2,1 тварин. Вживання щурів покоління F4 у постнатальний період відрізнялося і залежало від групи тварин. Так, у період з 1-ї по 5-у добу життя смертність нащадків групи Д1 становила 6,9 %, в період з 6-ї по 30-у добу життя – 5,6 %, групи Д2 – 8,5 % і 13,0 %, групи Д3 – 4,6 % і 4,8 %, групи К – 6,6 % і 5,3 % відповідно. Отже, виявлена тенденція до зниження кількості щуренят у підсисному віці у групі тварин, що

отримувала в складі раціону ГМ соєві боби. Попри те, що середня величина приплоду шурів експериментальних груп знаходилася у межах фізіологічних значень, встановлена тенденція до зростання кількості народжених шуренят у групі Д3, яка вживала питну воду з додаванням аргентуму наноцитрату.

Загальний стан шуренят четвертого покоління був задовільним і не відрізнявся від тварин контрольної групи.

Маса тварин до 28-ї доби була у межах фізіологічної норми та між групами не відрізнялася. Після переходу шуренят на вживання раціону відповідної групи, маса тіла інтенсивніше зростала у тварин, які отримували термічно оброблену сою. У віці 2 місяців переважання загальної маси шуренят дослідних груп над масою тварин контрольної групи становило: на 18,1 % ($P<0,01$) – у групі Д1, на 13,2 % ($P<0,05$) – у групі Д2, на 15,8 % ($P<0,01$) – у групі Д3.

Результати дослідження ниркових функцій вказують на зміни екскреторної функції органу у всіх дослідних групах четвертого покоління (табл. 4).

Таблиця 4

Функціональний стан нирок у самок шурів четвертого покоління за згодовування традиційної, трансгенної сої та за дії трансгенної сої і випоювання аргентуму цитрату ($M\pm m$; $n=8$)

Показники	Групи тварин			
	К	Д1	Д2	Д3
Диурез, мл/24 год. на 100 г	6,6±0,36	6,7±0,38	7,6±0,30	6,9±0,34
Екскреція Na^+ з сечею, мкМ/24 год. ·100 г	0,20±0,011	0,24±0,015	0,22±0,017	0,22±0,015
Екскреція K^+ з сечею, мкМ/24 год. ·100 г	0,037±0,0019	0,040±0,0019	0,041±0,0031	0,040±0,0021
Концентрація креатиніну в сечі, мМ/л	1,03±0,082	1,29±0,099*	1,38±0,031*	1,23±0,096
Питна активність, мл/100 г на добу	2,7±0,05	3,5±0,09*	3,5±0,10 *	3,4±0,10*
Na^+/K^+ коефіцієнт, од.	0,056±0,0020	0,055±0,0018	0,055±0,0019	0,055±0,0019
Екскреція протеїну з сечею, мг/24 год. ·100 г	4,42±0,404	4,44±0,217	4,23±0,345	4,32±0,315
Екскреція креатиніну з сечею, мкМ/24 год. ·100 г	6,79±0,648	10,01±0,772**	10,21±1,033*	9,75±0,678
Відносний диурез, %	44,2±1,19	42,0±0,93	40,8±1,71	41,0±1,39

Відносна густина сечі самок та самців IV покоління контрольної та трьох дослідних груп шурів коливалася у межах 1,018–1,019 та 1,017–1,018 відповідно. Показник рН сечі тварин майже не змінювався і знаходився в межах 5,9–6,0, що відповідало складу згодованого раціону. Оцінка показників іонорегулюючої функції нирок у шурів IV покоління не виявила статистично вірогідних змін концентрації та екскреції іонів Na^+ і K^+ з сечею у всіх групах тварин. Питна активність вірогідно ($P<0,05$) зростала у шурів обох статей у групах, які споживали соєві боби.

Екскреція креатиніну з сечею у самок шурів IV покоління груп Д1 та Д2 в 1,5 раза ($P<0,05$) перевищувала значення показника контрольної групи. У самців шурів екскреція креатиніну в 1,4 раза ($P<0,05$) зростала у групі, що споживала ГМ сою.

У сироватці крові самок та самців шурів IV покоління не встановлено відмінностей концентрації іонів Na^+ (145,5–148,8 мМ/л), K^+ (4,8 мМ/л), Ca^{2+} (1,78–1,80 мМ/л), Mg^{2+} (0,87–0,89 мМ/л), Cl^- (55,1–58,1 мМ/л) і PO_4^{3-} (1,6 мМ/л). Однак, у сироватці крові самок шурів IV покоління групи Д2 вміст креатиніну вищий в 1,2 раза ($P<0,01$), ніж контролі та у 1,2 раза ($P<0,05$), ніж у групі Д1 (табл. 5).

Таблиця 5

Біохімічні показники сироватки крові самок шурів четвертого покоління за згодовування традиційної, трансгенної сої та дії ГМ-сої і випоювання аргентум цитрату ($M \pm m$; $n=8$)

Показники	Групи тварин			
	К	Д 1	Д 2	Д 3
Креатинін, мкМ/л	62,8±1,58	63,5±3,56	74,1±1,80 ^{***}	63,2±1,37 ^{**}
Сечовина, мМ/л	5,2±0,90	6,0±0,91	7,5±0,74	7,1±0,58
Загальний протеїн, г/л	46,1±4,69	46,4±3,96	48,0±2,06	47,1±1,18

У самок, що разом з бобами ГМ сої вживали розчин аргентуму цитрату, встановлено зниження у 1,2 раза ($P<0,01$) концентрації креатиніну сироватки крові, порівняно з тваринами групи Д2. Зменшення величини значення показника до рівня контрольної групи вказує на позитивний вплив аргентуму наноцитрату на організм тварин, зокрема, на обмін протеїнів у м'язовій тканині, стан нирок і печінки.

Рівень креатиніну у сироватці крові самців IV покоління групи Д2 був вищим у 1,25 раза ($P<0,01$) відносно показника групи К та у 1,2 раза ($P<0,05$) – групи Д1. У тварин, яким разом з бобами ГМ сої випоювали аргентуму наноцитрат, концентрація креатиніну у сироватці крові в 1,15 раза ($P<0,05$) нижча, порівняно з тваринами групи Д2.

Отже, випоювання нанополуки аргентуму цитрату на тлі тривалого згодовування у складі основного раціону трансгенної сої позитивно впливає на організм самок шурів, що проявляється нормалізацією обмінних процесів і зростанням кількості шуренят у приплоді та зменшенням загибелі їх у підсисному віці.

Вплив генномодифікованої сої на репродуктивну функцію, господарські та фізіолого-біохімічні показники крові корів під час лактації. В результаті дослідження постнатального розвитку тварин упродовж 2016–2019 рр. встановлено, що вихід телят у ТОВ «Валявське», де коровам у складі раціону згодовували традиційну сою, становив 74,3–75,9 %, а в господарстві «АТЗТ «Мирне»», за згодовування трансгенної сої – 67,3–69,7 %. Кількість мертвонароджених телят, відповідно, 4,0–4,9 % – у ТОВ «Валявське» і 5,9–6,5 % – у «АТЗТ «Мирне»». Крім того, у господарстві «АТЗТ «Мирне»» встановлена менша збереженість приплоду у віці один місяць – 86,6–88,4 %, що ймовірно, пов'язано з фактом згодовування трансгенної сої коровам і, як наслідок, з послабленням резистентності і схильністю до незаразних хвороб новонародженого молодняка.

Маса телят при народженні була в межах 35,8–36,2 кг, а бички на 1,8–2,1 кг переважали теличок. За період молочного вигодовування телята обох дослідних господарств рівномірно набирали вагу, а після переходу на основний кормовий раціон господарства інтенсивно нарощували масу тіла.

Згодовування коровам під час лактації трансгенної сої, зумовлювало на 27–32 % ($P<0,05$) підвищення активності АлАТ та на 25 % ($P<0,05$) лужної фосфатази у сироватці крові. У крові лактуючих корів виявили незначні коливання активності АсАТ та концентрації загального протеїну, Кальцію і неорганічного Фосфору.

За показниками хімічного складу молоко корів дослідних груп суттєво не відрізнялося: концентрація загального протеїну, жиру, сухого знежиреного

молочного залишку (СЗМЗ) та густина молока коливалися в межах похибки середнього арифметичного.

Отже, згодовування коровам кормів з додаванням традиційної сої до запліднення, в період тільності та вигодовування нащадків вірогідно не впливало на чисельність приплоду. У групі тварин, яким згодовували в складі основного раціону ГМ сою, встановлена тенденція до зменшення кількості новонароджених телят і збереженого приплоду у віці один місяць та зростання числа мертвонароджених телят. Згодовування коровам під час лактації трансгенної сої зумовлювало підвищення активності АлАТ та лужної фосфатази сироватки крові, не змінювало хімічного складу молока та не впливало на його добовий надій.

Вплив аргентуму цитрату на господарські та фізіолого-біохімічні показники корів під час лактації, які тривалий час вживали генномодифіковану сою. Використання у годівлі сільськогосподарських тварин наноматеріалів у складі кормових добавок є одним з перспективних напрямків досліджень. За результатами досліджень встановлено, у тварин контрольної та дослідної груп у дослідний та заключний періоди, порівняно з підготовчим, підвищувалась активність АлАТ, відповідно: на 101 % ($P<0,05$) і 112 % ($P<0,05$) у дослідний та на 91 % ($P<0,01$), 79 % ($P<0,01$) у заключний період. За додавання до раціону корів дослідної групи наносполуки аргентум цитрату у дослідний період встановлено зниження на 73 % ($P<0,05$) активності лужної фосфатази у крові.

Активність АсАТ та концентрація загального протеїну, Кальцію, Фосфору у крові корів під час лактації обох груп коливалися, однак зміни величин значень вказаних показників були невірогідні, порівняно з підготовчим періодом.

Додавання аргентуму цитрату сприяло підвищенню середньодобових надойв молока корів дослідної групи протягом усього дослідного періоду. Так, на 10 добу застосування наносполуки аргентуму цитрату корови дослідної групи мали добові надой на 10,5 % вищі порівняно з тваринами підготовчого періоду, а на 20 і 30 добу, відповідно, на 7,5 та 6,4 % (табл. 6).

Таблиця 6

Добовий надій та хімічний склад молока корів за застосування аргентум цитрату ($M\pm m$, $n=4$)

Показник	Група	Періоди дослідження				
		підготовчий	дослідний, доби			заклучний
			10	20	30	
Середньодобовий надій, кг	К	19,5 \pm 2,52	19,7 \pm 2,77	19,4 \pm 4,64	17,9 \pm 3,39	17,3 \pm 3,67
	Д	17,2 \pm 3,04	19,0 \pm 3,63	18,5 \pm 3,43	18,3 \pm 3,18	16,2 \pm 3,31
Загальний протеїн, %	К	3,02 \pm 0,04	2,97 \pm 0,04	2,96 \pm 0,01	2,95 \pm 0,05	2,97 \pm 0,10
	Д	3,05 \pm 0,05	2,97 \pm 0,09	2,84 \pm 0,08	2,73 \pm 0,20	3,03 \pm 0,14
Жир, %	К	4,53 \pm 0,35	3,80 \pm 0,70	4,24 \pm 0,90	3,34 \pm 0,33	3,78 \pm 0,54
	Д	4,31 \pm 0,57	4,27 \pm 0,18	4,28 \pm 0,42	3,07 \pm 0,23	3,60 \pm 0,23
СЗМЗ, %	К	8,34 \pm 0,11	8,24 \pm 0,13	8,17 \pm 0,04	8,04 \pm 0,07	8,24 \pm 0,25
	Д	8,41 \pm 0,17	8,20 \pm 0,20	7,97 \pm 0,09	7,90 \pm 0,20	8,39 \pm 0,37
Густина, °А	К	26,8 \pm 0,72	27,0 \pm 1,15	26,3 \pm 0,90	26,1 \pm 0,36	27,1 \pm 0,56
	Д	27,3 \pm 1,18	27,9 \pm 0,46	26,9 \pm 0,62	25,1 \pm 0,19	27,8 \pm 1,10

Отже, встановлено коригувальну дію аргентуму цитрату, одержаного методом нанотехнології, на фізіолого-біохімічні процеси в організмі і продуктивність тварин,

що дозволяє рекомендувати його як профілактичний засіб для нормалізації обміну речовин у лактуючих корів у складі раціону яких можуть бути ГМ соєві боби.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень з'ясовано окремі фізіолого-біохімічні механізми безпосереднього та віддаленого впливу згодовування кормів з умістом традиційних (Чернівецька 9) та генетично модифікованих (*Roundup*® лінії GTS 40-3-2) термічно оброблених соєвих бобів на організм лабораторних шурів і корів, їх репродуктивну функцію, якість потомства, водно-сольовий баланс і молочну продуктивність. Доведено негативний вплив трансгенної сої на окремі функціональні системи організму тварин і можливість використання нанополуки аргентуму цитрату як профілактичного засобу для нормалізації перебігу фізіолого-біохімічних процесів в організмі тварин.

1. Згодовування бобів термічно обробленої традиційної й генетично модифікованої сої самкам шурів до запліднення, в період вагітності та вигодовування потомства не впливає на чисельність та життєздатність приплоду у перші п'ять діб після народження. Кількість шуренят підсисного віку у групі тварин, що отримували в складі раціону генетично модифіковані соєві боби у кількості 35 % від поживності його за протеїном, зменшується на 12,7 % у першому, 16,4 % – другому, 15,8 % – третьому та 13,0 % – у четвертому поколіннях тварин.

2. Інтенсивність росту шуренят контрольної і дослідних груп, яким згодовували соєві боби сорту Чернівецька-9 та генетично модифіковані боби (*Roundup*® лінії GTS 40-3-2) в кількості 35 % від поживності раціону за вмістом протеїну, в період молочного вигодовування не відрізняється. Проте за самостійного живлення у 2-місячному віці середня маса тіла однієї тварини підвищується на 13–19 % ($P < 0,05$).

3. Згодовування трансгенної сої негативно впливає на стан печінки, нирок та селезінки тварин батьківського покоління, що проявляється збільшенням індексів маси печінки у самок на 27,4 і у самців – 28,0 % ($P < 0,05$) та тенденцією до збільшення індексу маси нирок і селезінки. Не встановлено вірогідного впливу генетично модифікованої сої у раціоні годівлі на індекси маси серця та легень шурів обох статей упродовж п'яти поколінь.

4. Доведено, що за тривалого вживання раціону із заміною 35 % його за протеїном на боби традиційної та трансгенної сої змінюється функціональний стан нирок лабораторних шурів в усіх досліджених п'яти поколіннях. Це супроводжується зростанням питної активності шурів, збільшенням концентрації та екскреції ендogenous креатиніну у сечі, підвищенням концентрації креатиніну та сечовини у сироватці крові порівняно з контрольними тваринами та шурами, яким згодовували традиційну сою, зі збереженням встановлених змін у наступних поколіннях.

5. Згодовування термічно оброблених традиційних та генетично модифікованих соєвих бобів не викликає вірогідних змін водно-сольового балансу, зокрема величин показників іонорегулюючої функції нирок (концентрація йонів Na^+ і K^+ в сечі, їх екскреція з сечею, співвідношення Na^+/K^+ у сечі) та не впливає на рівень електролітів у сироватці крові шурів п'яти поколінь.

6. Встановлено, що випоювання з питною водою 0,025 мкг/мл аргентуму

цитрату, одержаного методом нанотехнології, на тлі тривалого згодовування генетично модифікованих соєвих бобів здійснює стимулювальну дію на організм шурів, що зумовлює зростання кількості шуренят у гнізді та збільшення виживання потомства у підсисному віці. Підтверджена здатність цієї сполуки в біотичних дозах зменшувати негативний вплив трансгенних соєвих бобів як складових раціону та нормалізувати перебіг фізіологічних процесів в організмі тварин: індекс маси печінки зменшується у самок на 10,4 % та у самців – 16,7 % ($P < 0,05$) шурів, які отримували аргентуму наноцитрат та батькам яких тривалий час згодовували трансгенні соєві боби, порівняно з тваринами, що отримували тільки генетично модифіковані соєві боби.

7. Згодовування коровам традиційної сої впродовж чотирьох років у складі раціону до осіменіння, в період тільності та вигодовування нащадків вірогідно не впливає на чисельність приплоду. У тварин, яким згодовували трансгенну сою, існує тенденція до зменшення кількості новонароджених і збереженого приплоду впродовж одного місяця та зростання числа мертвонароджених телят. Згодовування коровам під час лактації трансгенної сої зумовлює підвищення активності аланінамінотрансферази (на 27–32 %, $P < 0,05$) та лужної фосфатази (на 25 %, $P < 0,05$) сироватки крові та не змінює хімічного складу молока і не впливає на його добовий надій.

8. Додавання аргентуму наноцитрату коровам під час лактації у дозі 1,0 мкгAg/кг маси тіла супроводжується тенденцією до підвищення на 6,4–10,5 % середньодобових надоїв молока. Це разом з результатами досліджень крові та репродуктивної функції корів може свідчити про можливість використання аргентуму цитрату для зниження негативного впливу трансгенної сої на організм тварин.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для забезпечення високої продуктивності та відтворювальної функції, підвищення збереження потомства рекомендується обмежити згодовування генномодифікованої сої у складі раціонів корів під час лактації та надати перевагу використанню в годівлі традиційній сої.

2. З метою зменшення негативного впливу генномодифікованої сої на репродуктивну функцію та молочну продуктивність корів слід під час лактації впоювати 1 мкгAg/кг маси тіла тварини аргентуму цитрату, одержаного методом нанотехнології.

3. Результати дисертаційної роботи доцільно впровадити в навчальний процес для студентів аграрних та біологічних спеціальностей ВНЗ за викладання курсів лекцій з дисциплін: фізіологія тварин, годівля тварин, репродуктивна біотехнологія, технологія виробництва молока.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз даних

1. **Омельченко Н.М., Дроник Г.В.** Вплив традиційної та генетично модифікованої сої на постнатальний розвиток шурів. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин.* Львів, 2017. Вип. 18, № 2. С. 159–164. (Здобувач провела експериментальні

дослідження, спільно із співавтором проаналізувала та узагальнила отримані дані, брала участь у написанні та підготовці статті до друку).

2. **Омельченко Н.М.**, Дроник Г.В. Розповсюдження генетично-модифікованих рослин та безпека їх використання у харчовій і сільсько-господарській промисловості. *Біологія тварин*. Львів, 2018. Т. 20, № 4. С. 44–54. (Здобувач проаналізувала та узагальнила літературні джерела, брала участь в аналізі даних, написанні та оформленні статті).

3. **Омельченко Н.М.**, Дроник Г.В. Вплив генетично модифікованої сої на постнатальний розвиток шурів третього покоління. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 5–6. С. 62–67. (Здобувач провела експериментальні дослідження, спільно із співавтором проаналізувала та узагальнила отримані дані, брала участь у написанні та підготувала статтю до друку).

4. **Омельченко Н.М.**, Кучерява В.А., Дроник Г.В. Постнатальний розвиток шурів четвертого покоління при вживанні трансгенної сої під впливом наночастинок Аргентуму. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*: електрон. фахове вид. Київ, 2019. № 2 (78). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/12744> (дата звернення: 27.02.2021). (Здобувач провела експериментальні дослідження, проаналізувала й узагальнила отримані результати, брала участь у написанні статті та підготувала статтю до друку).

5. Вплив традиційної та генетично модифікованої сої на функціональний стан видільної системи лабораторних тварин трьох поколінь / **Н.М. Омельченко**, Г.В. Дроник, І.Л. Куковська, А.О. Міхєєв. *Біологія тварин*. Львів, 2019. Т. 21, № 3. С. 65–73. (Здобувач провела експериментальні дослідження, спільно із співавторами проаналізувала й узагальнила отримані дані, написала та підготувала статтю до друку).

6. Омельченко Н. М. Вплив наночастинок Аргентуму на господарські та фізіолого-біохімічні показники лактуючих корів при тривалій годівлі традиційною та трансгенною соєю. *Науковий журнал «Тваринництво та технології харчових продуктів»*. 2020. Т. 11, № 4. С. 61–69.

Статті у науковому періодичному виданні іншої держави

7. An influence of regular and genetically modified soybeans on postnatal development of rats / **N. N. Omelchenko**, G. V. Dronik, I. A. Winkler [et al.]. *Food and environment safety*. Romania, 2017. Vol. XVI, № 4. P. 239–244. (Здобувач провела експериментальні дослідження, спільно з співавторами проаналізувала й узагальнила отримані дані, брала участь у написанні і підготовці статті до друку).

Статті у інших фахових виданнях України

8. **Омельченко Н.М.**, Дроник Г.В., Кучерява В.А. Зміни масометричних показників внутрішніх органів шурів при вживанні нативної та генетично модифікованої сої у складі кормів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Біологія, біотехнологія, екологія»*. Київ, 2018. Вип. 287. С. 44–51. (Здобувач спільно із співавторами провела експериментальні дослідження, проаналізувала та узагальнила отримані результати, брала участь у написанні статті).

Опубліковані праці апробаційного характеру

9. Омельченко Н.М. Аналіз основних аспектів використання ГМ-рослин. *Біотехнологія: звершення та надії*: збірник тез III Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Київ, 15–16 травня 2014 р.). Київ: ВЦ НУБіП України, 2014. С. 72–73.
10. Омельченко Н.М. Оцінка безпечності споживання генетично модифікованих рослин. *Біологічні дослідження–2015*: збірник наукових праць V Науково-практичної конференції для молодих учених і студентів (м. Житомир, 11–12 березня 2015 р.). Житомир: ПП «Рута», 2015. С. 452–454.
11. Омельченко Н.М. Аналіз безпечності генетично модифікованих рослин. *Екологічний стан і здоров'я жителів міських екосистем. Горбуновські читання*: тези доповідей міжнародної конференції (м. Чернівці, 5–6 травня 2015 р.). Чернівці: Місто, 2015. С. 123–124.
12. Омельченко Н.М. Розповсюдження та використання генетично-модифікованих рослин у виробництві харчових продуктів та сільськогосподарських кормів. *Біотехнологія: звершення та надії*: збірник тез V Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Київ, 12–13 травня 2016 р.). Київ: ВЦ НУБіП України, 2016. С. 52–53.
13. Омельченко Н.М. Проблеми використання генетично-модифікованих рослин. *Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів*: збірник матеріалів IX Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Львів, 11 травня 2017 р.). Львів: Ліга прес, 2017. С. 189–195.
14. **Омельченко Н.М.**, Дроник Г.В. Вплив нативної та генетично модифікованої сої у складі кормів на масометричні показники внутрішніх органів щурів. *Теорія і практика актуальних досліджень*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 25–26 серпня 2017 р.). Київ, 2017. С. 61–62. *(Здобувач провела експериментальні дослідження, спільно із співавтором проаналізувала та узагальнила отримані результати, написала тези).*
15. Омельченко Н.М. Вплив традиційної та генетично модифікованої сої на функціональний стан нирок лабораторних тварин. *Біотехнологія: звершення та надії*: збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої до 120-річчю НУБіП України (м. Київ, 14–16 листопада 2017 р.). Київ: КОМПРИНТ, 2017. С. 135–137.
16. An influence of regular and genetically modified soybeans on postnatal development of rats / **N.N. Omelchenko**, G.V. Dronik, I.A. Winkler [et al.]. *Biotechnologies, Present and Perspectives: Abstracts The International Conference (Suceava, 24–25 november 2017)*. Romania: Suceava, 2017. P. 25. *(Здобувач провела експериментальні дослідження, спільно із співавторами проаналізувала та узагальнила отримані дані, брала участь у написанні та підготовці тез).*
17. Омельченко Н.М. Проблеми поширення генетично-модифікованої сої в Україні та її вплив на лабораторних тварин. *Проблеми та стан використання ГМО в харчових продуктах*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 25–27 квітня 2018 р.). Львів, 2018. С. 100–102.

18. Кучерява В.А., **Омельченко Н.М.** Застосування наночастинок металів у різних галузях. *Міжнародні наукові дослідження: інтеграція науки та практики: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 27–28 квітня 2018 р.). Київ, 2018. С. 219–222. *(Здобувач спільно із співавтором провела літературний пошук, узагальнила результати, підготувала тези до друку).*

19. Омельченко Н.М. Функціональний стан нирок шурів при вживанні бобів традиційної та генетично модифікованої сої. *Актуальні проблеми сучасної хімії: матеріали II Всеукраїнської конференції студентів, аспірантів та молодих науковців* (м. Миколаїв, 24–25 травня 2018 р.). Миколаїв, 2018. С. 74–75.

20. **Омельченко Н.М.**, Дроник Г.В. Оцінка функції нирок шурів під впливом вживання нативної та трансгенної сої. *Актуальні питання біології та медицини: збірник наукових праць за матеріалами XVI Всеукраїнської наукової конференції* (м. Старобільськ, 24–25 травня 2018 р.). Старобільськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2018. С. 118–120. *(Здобувач провела експериментальні дослідження, спільно із співавтором проаналізувала та узагальнила отримані дані, брала участь у написанні та підготовці матеріалів до друку).*

21. **Омельченко Н.М.**, Кучерява В.А. Рівень креатиніну у сечі шурів при вживанні традиційної та трансгенної сої під впливом наночастинок цитрату срібла. *Сьогодення біологічної науки: матеріали Міжнародної наукової конференції* (м. Суми, 14–15 червня 2018 р.). Суми, 2018. С. 17–19. *(Здобувач спільно із співавтором провела експериментальні дослідження, проаналізувала та узагальнила результати, написала тези).*

22. **Омельченко Н.М.**, Кучерява В.А., Дроник Г.В. Вплив препарату «Шумерське срібло» на виживання шурів на фоні тривалого вживання трансгенної сої у складі раціону. *Сьогодення біологічної науки: матеріали II Міжнародної наукової конференції* (м. Суми, 9–10 листопада 2018 р.). Суми, 2018. С. 102–104. *(Здобувач спільно із співавторами провела експериментальні дослідження, брала участь в аналізі та узагальненні результатів, написанні й оформленні матеріалів).*

23. **Омельченко Н.М.**, Кучерява В.А., Дроник Г.В. Дослідження видільної функції нирок трьох поколінь самок шурів під впливом вживання трансгенної сої. *Біотехнологія: досвід, традиції та інновації: збірник наукових праць* (м. Київ, 15 листопада 2018 р.). Київ: НУХТ, 2018. С. 52. *(Здобувач спільно із співавторами провела експериментальні дослідження, проаналізувала та узагальнила результати, брала участь у написанні тез).*

24. **Омельченко Н.**, Кучерява В., Дроник Г. Манометричні показники внутрішніх органів шурів трьох поколінь при споживанні трансгенної сої у складі кормів. *Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини: матеріали XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченій 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук Третевича Володимира Івановича* (м. Львів, 6–7 грудня 2018 р.). Львів: Біологія тварин, 2018. Т. 20, № 4. С. 128. *(Здобувач спільно із співавторами провела експериментальні дослідження, брала участь в аналізі та узагальненні результатів, написанні та оформленні тез).*

АНОТАЦІЯ

Омельченко Н.М. Водно-солевой баланс організму та репродуктивна функція тварин при довготривалому згодовуванні традиційних та ГМ-рослинних кормів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.13 – фізіологія людини і тварин. Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Львів, 2021.

Дисертаційна робота присвячена вивченню стану репродуктивної функції лабораторних щурів і великої рогатої худоби; водно-солевого балансу організму щурів; фізіолого-біохімічних та господарських показників корів за згодовування традиційної та генномодифікованої сої. Тривале згодовування традиційних і трансгенних соєвих бобів не викликає суттєвих змін у показниках іонорегулюючої функції нирок та не впливає на рівень електролітів у сироватці крові щурів п'яти поколінь. Згодовування трансгенної сої впливає на функціональний стан нирок, що супроводжується зростанням питної активності, концентрації та екскреції ендогенного креатиніну у сечі, вмісту креатиніну та сечовини в сироватці крові порівняно з контрольними тваринами і щурами, які вживали традиційну сою, зі збереженням змін у всіх поколіннях. Згодовування традиційної сої коровам у складі основного раціону вірогідно не впливало на чисельність приплоду. У тварин, яким згодовували ГМ сою, існує тенденція до зменшення кількості новонароджених і зростання числа мертвонароджених телят. Згодовування коровам трансгенної сої зумовлює зростання активності АлАТ та лужної фосфатази сироватки крові, не змінює хімічного складу молока та не впливає на добовий надій.

Випоювання лабораторним щурам і великій рогатій худобі аргентуму цитрату, одержаного методом нанотехнології, стимулює репродуктивну функцію тварин, зумовлює збільшення виживання нащадків у підсисному віці, зменшує негативний вплив раціону на фізіолого-біохімічні показники організму тварин на тлі тривалого вживання трансгенних соєвих бобів.

Ключові слова: щури, корови, телята, соєві боби, аргентуму цитрат, водно-солевой баланс, репродуктивна функція, фізіологічний стан, видільна система.

АННОТАЦИЯ

Омельченко Н.Н. Водно-солевой баланс организма и репродуктивная функция животных при длительном скармливании традиционных и ГМ-растительных кормов. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.13 – физиология человека и животных. Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого, Львов, 2021.

Диссертация посвящена изучению состояния репродуктивной функции лабораторных крыс и крупного рогатого скота; водно-солевого баланса организма лабораторных животных; физиолого-биохимических и хозяйственных показателей лактирующих коров при длительном скармливании традиционной и ГМ сои в составе основного рациона. Доказано негативное влияние ГМ сои на отдельные

функциональные системы организма животных и необходимость использования нанопрепарата аргентум цитрата, как профилактического средства для нормализации течения физиолого-биохимических процессов в организме животных.

При скармливании традиционных (сорт Черновицкая 9) и трансгенных (*Roundup*® линии GTS 40-3-2) термически обработанных соевых бобов в количестве 35 % от питательности рациона по протеину исследована репродуктивная функция самок крыс линии Wistar в четырех поколениях. Отмечено уменьшение количества крысят в подсосном возрасте в группе животных, которая получала генетически модифицированные соевые бобы, во всех поколениях животных.

Показатели живой массы животных подопытных групп четырех поколений соответствуют физиологическим нормам для молодняка крыс. Интенсивность роста в период молочного вскармливания совпала с величинами показателей контрольной группы. При переходе животных на самостоятельное питание в двухмесячном возрасте средняя масса тела одного животного в этих группах была на 13–19 % ($P < 0,05$) выше, чем в контрольной группе.

Скармливание трансгенной сои в количестве 35 % от питательности рациона по протеину негативно влияет на состояние печени, почек и селезенки лабораторных животных родительского поколения, что проявляется увеличением индекса массы печени на 27,4 % у самок и на 28,0 % ($P < 0,05$) у самцов и тенденцией к увеличению индексов массы почек и селезенки. Не установлено достоверного влияния генетически модифицированной сои в рационе кормления на индексы массы сердца и легких крыс обоих полов на протяжении пяти поколений.

Длительное скармливание термически обработанных традиционных и трансгенных соевых бобов не вызывает существенных изменений показателей ионорегулирующей функции почек (концентрация ионов натрия и калия в моче, экскреция ионов натрия и калия с мочой, коэффициент Na^+/K^+ в моче) и не влияет на показатели уровня электролитов в сыворотке крови половозрелых самок и самцов крыс разных поколений во всех группах подопытных животных. Длительное употребление трансгенной сои в составе рациона влияет на функциональное состояние почек лабораторных крыс, что сопровождается ростом питьевой активности, концентрации и экскреции эндогенного креатинина в моче, показателей содержания креатинина и мочевины в сыворотке крови по сравнению с животными, которые употребляли традиционную сою и животными контрольной группы с сохранением этих изменений во всех поколениях.

Скармливание традиционной сои коровам на протяжении четырех лет в составе основного рациона до оплодотворения, в период стельности и вскармливании потомства достоверно не влияло на количество и выживание приплода. В группе животных, которая употребляла ГМ сою, выявлена тенденция к уменьшению количества новорожденных и рост числа мертворожденных телят. Скармливание коровам трансгенной сои способствует росту активности аланинаминотрансферазы (на 27–32 %, $P < 0,05$) та щелочной фосфатазы (на 25 %, $P < 0,05$) сыворотки крови. Скармливание ГМ сои лактирующим коровам не изменяет химического состава молока животных и не влияет на суточные надои молока.

Исследовано влияние аргентум цитрата на репродуктивную функцию, выживание и развитие потомков крыс и крупного рогатого скота, функциональное состояние выделительной системы крыс обоих полов, молочную продуктивность и физиолого-биохимические показатели крови лактирующих коров на фоне длительного употребления трансгенных соевых бобов в рационе. Выпаивание лабораторным крысам и крупному рогатому скоту аргентум цитрата, полученного методом нанотехнологии, стимулирует репродуктивную функцию животных, приводит к увеличению выживания потомков в подсосном возрасте, уменьшает негативное действие рациона на физиолого-биохимические показатели организма животных. Подтверждена способность аргентум цитрата, полученного методом нанотехнологии, в биотических дозах уменьшать негативное влияние трансгенных соевых бобов, как составляющих кормового рациона, и нормализовать течение физиологических процессов в организме животных.

Ключевые слова: крысы, коровы, телята, соевые бобы, аргентума цитрат, водно-солевой баланс, репродуктивная функция, физиологическое состояние, выделительная система.

ANNOTATION

Omelchenko N. N. Water-salt balance and reproductive function of the body of animals with long-term feeding of traditional and GM plant feeds. – On the rights of the manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Agricultural Sciences, specialty 03.00.13 – Human and Animal Physiology. Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, 2021.

The dissertation is devoted to the study of the state of the reproductive function of laboratory rats and cattle; water-salt balance of the rats; physiological, biochemical and economic indicators of cows when feeding with traditional and GM soybeans. Long-term feeding with traditional and GM soybeans does not cause significant changes in the indices of filtration function of the kidneys and does not affect the level of electrolytes in the blood serum of rats of five generations. Feeding with GM soy affects the functional state of the kidneys, accompanied by an increase in drinking activity, concentration and excretion of endogenous creatinine in the urine, serum creatinine and urea in comparison with controlled animals and rats that consumed traditional soy, with the same changes in all generations. Feeding cows with traditional soybeans as part of the main diet did not significantly affect the number of offspring. There is a tendency towards a decrease in the number of newborns and an increase in the number of stillborn calves in animals fed with transgenic soybeans. Feeding cows with GM soybeans causes an increase in the activity of ALT and alkaline phosphatase of the blood serum, it does not change the chemical composition of milk and does not affect daily milk yield.

Watering of laboratory rats and cattle with AgNPs citrate stimulates the reproductive function of animals, leads to an increase in the survival of offspring in suckling age, reduces the negative effect of the diet on the physiological and biochemical parameters of the animal body from the perspective of long-term use of GM soybeans.

Keywords: rats, cows, calves, soybeans, argentine citrate, water-salt balance, reproductive function, physiological state, excretory system.

