

ГОДІВЛЯ ТВАРИН

УДК 636.4.612.014:59

РЕПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ СВИНЕЙ ЗА ДОВГОТРИВАЛОГО ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ У ЇХ РАЦІОНАХ

Зінов'єв С.Г., кандидат сільськогосподарських наук

Одарюк М.М., провідний фахівець

Інститут свинарства і АПВ НААН

36013, м. Полтава, вул. Шведська Могила, 1

pigbreeding@ukr.net

kvazimodo2077@gmail.com

Радчіков В.Ф., доктор сільськогосподарських наук

РУП «Науково-практичний центр Національної академії наук Білорусі

з тваринництва» м. Жодино, Білорусь

Генетично модифіковані (ГМ) культури стають все більш популярними. З того часу, коли в 1996 році з'явилися перші генетично модифіковані рослини, площа світових ГМ-культур зросла приблизно в 111,6 рази. У світі офіційно зареєстровано 507 ліній 30 видів генетично модифікованих сільськогосподарських рослин. Найбільш поширеними ГМ-культурами є кукурудза, соя, бавовна і рапс, в які введено ген, щоб надати стійкість до комах, наприклад Bt в кукурудзу або стійкість до гербіциду, наприклад, Roundup Ready (RR) соя. Велика частина цих ГМ-культур використовується як корм для сільськогосподарських тварин. Зрозуміло, оцінка безпеки використання ГМ-культур в тваринництві з урахуванням здоров'я тварин і людей є важливим завданням. Особливої увагу потребує вивчення пролонгованого впливу ГМ-сої на організм тварин протягом тривалого періоду її застосування.

Для вивчення впливу ГМ-сої на продуктивність та відтворювальну здатність свиней породи. В першому науково-господарському досліді було використано 24 голови свиней. До складу раціону годівлі контрольної групи тварин була включена (по 10 % за масою), соя повножирова екструдована сорту «Ворскла» (без ГМО), а дослідної – ГМ-соя повножирова екструдована (RR, GTS 40.3.2). По досягненню свинками фізіологічної зрілості вони були штучно осіменені спермою кнурців аналогічних груп. В подальшому дослідження були продовжені на нащадках свиней отриманих у першому досліді. Було сформовано дві групи тварин, по 20 голів у кожній. Свиням контрольної групи протягом періоду вирощування згодовували комбікорм одним з інгредієнтів якого була соя повножирова екструдована сорту «Ворскла» (без ГМО) (5 % за масою), а дослідної – екструдована ГМ-соя (RR, GTS 40.3.2). Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програм Microsoft Excel і Statistica.

Встановлено, що за використання ГМ-сої у першому поколінні багатоплідність свинок була меншою на 44,2 %, $p=0,03$. Спостерігається вірогідна різниця за показниками об'єму еякуляту та концентрації сперми в ньому. Причому, при перевазі кнурів контрольної групи над дослідними за об'ємом (227,6 см³ проти 171,9 см³) вони вірогідно поступаються аналогам дослідної групи за концентрацією спермій відповідно на 38,6 млн/см³ ($p\leq 0,046$).

За використання ГМ-сої у другому поколінні встановлено тенденцію до погіршення якості спермопродукції за об'ємом еякуляту, активністю та концентрацією спермій у ньому. Порівняно з контролем вірогідно знижується

концентрація загального білку на 39,16 % ($p=0,03$). Спостерігається також зниження активності ферментів АсАТ, АлАТ, концентрації загальних ліпідів та холестерину у спермальній плазмі і підвищення вмісту кальцію та фосфору. Сумарний вміст вільних незамінних амінокислот плазми сперми не змінився, проте кількість заміних та сумарна кількість амінокислот вірогідно змінилися відповідно на 32,77 % і 31,16 %. Досить суттєво зменшився вміст глутаміну (на 75,22 %; $p = 0,000001$), що свідчить про негативний вплив ГМ-сої на стан плазми сперми кнурів. За лінійно-ваговими розмірами органи репродуктивної системи свиней за використання ГМ-сої у другому поколінні поступалися аналогам контрольної, їх загальна вага була меншою на 3,09 %, довжина піхви на 11,59 %, довжина матки на 3,64 %, довжина рогів матки на 16,23 % і вага яєчників на 38,60 %.

Ключові слова: соя, ГМО, свинки, кнуриці, репродуктивні якості, сперма, біохімічні показники

Починаючи з першого великомасштабного комерційного впровадження генетично модифікованих (ГМ) культур, вони отримують все більше і більше поширення в усьому світі. Площа сільськогосподарських земель, зайнятих генетично модифікованими (ГМ) культурами, експоненціально розширилася з моменту їх введення в 1996 році. Так, площа зайнята ГМ-культурами у 1996 році складала 1,7 млн. га, а у 2017 році вже 189,8 млн. га. На кінець 2018 р. у світі офіційно зареєстровано 507 ліній 30 видів генетично модифікованих сільськогосподарських рослин. Серед зареєстрованих ліній 41,21 % стійкі до гербіцидів, 34,31 % – мають стійкість до шкідників, 13,79 % ліній ГМ-рослин які мають нові властивості, що стосуються зміни хімічного складу й підвищення здатності до зберігання, у 4,48 % підвищену стійкість до хвороб, 4,31 % мають контроль запилення, 1,38 % стійкість до факторів зовнішнього середовища і лише 0,52 % мають підвищену продуктивність [1].

Найбільш поширеними ГМ-культурами є кукурудза, соя, бавовна і рапс, в які введено ген, щоб надати стійкість до комах, наприклад Bt (*Bacillus thuringiensis*) в кукурудзу або стійкість до гербіциду, наприклад, Roundup Ready (RR) соя. Bt лінії були генетично модифіковані для експресії одного або декількох білків Cry з бактерії *Bacillus thuringiensis* для захисту рослин від комах роду *Lepidoptera*. У культурах Roundup Ready (RR) міститься ген, який забезпечує стійкість до Roundup і інших препаратів на основі гліфосату в якості активного компонента. Велика частина цих ГМ-культур використовується як корм для сільськогосподарських тварин [2]. Зрозуміло, оцінка безпеки використання ГМ-культур в тваринництві з урахуванням здоров'я тварин і людей є важливим завданням. В Європі безпеку харчових продуктів і кормів для ГМ-культур оцінюється «Групою з генетично модифікованих організмів Європейського органу з безпеки харчових продуктів» (EFSA) на основі зіставлення молекулярних, композиційних, фенотипических і агрономічних ознак культури ГМ і її близьких. Крім того, для вивчення будь-яких потенційних несприятливих наслідків для здоров'я людини і тварин необхідні токсикологічна, алергенна і поживна оцінка [3]. Тільки в тому випадку, якщо склад їжі або корму, отриманих з ГМ-заводу, істотно змінений або якщо є будь-які ознаки виникнення ненавмисних ефектів, потрібні експериментальні дослідження на тваринах. Більшість досліджень, які оцінюють вплив годування ГМ-культур на здоров'я тварин, було проведено на лабораторних тваринах. Незважаючи на те, що стосовно цільових тварин тваринництва були проведені деякі дослідження, починаючи від відносно коротких досліджень і закінчуючи дослідженнями в кількох поколіннях, більшість з цих досліджень були зосереджені на таких параметрах, як середньодобовий приріст маси тіла, споживання сухої речовини, конверсія корму, відтворювальні якості і здоров'я тварин [4; 5, 6, 7].

Деякі біологи, екологи й гігієністи вважають, що за умов застосування ГМ рослин існує ризик утворення нестабільних видів рослин, передача заданих властивостей бур'янам, негативний вплив на біорізноманіття флори планети, потенційна небезпека для біологічних об'єктів і здоров'я людини. У світовій науці накопичилася значна кількість наукових даних, що свідчать про існування потенційних і реальних біологічних ризиків при комерційному використанні трансгенних рослин. Так, в експериментальних дослідженнях виявлено негативний вплив на морфофункціональний стан органів і систем організму тварин, репродуктивну їх функцію, імунний статус, біохімічні показники крові та сечі. Проте, існують наукові дослідження, де негативний вплив ГМО на організм тварин не був виявлений. На молекулярному рівні виділяють 10 джерел наукової невизначеності, що призводять до непередбачуваності всіх наслідків генних маніпуляцій з рослинами (кормами для тварин), які необхідно враховувати при оцінці ризику для здоров'я людини під час використання продуктів реалізації цієї технології [8, 9, 10].

Отже, існує безліч протиріч, коли мова йдеться щодо оцінки ризиків застосування ГМО. Саме з цієї причини науковці зазначають, що при оцінці ризиків слід приймати до уваги індивідуальні особливості ведення сільського господарства в кожній країні де існують чинники, що відіграють свою роль у створенні локального ризику, включаючи конкретне середовище, рівні впливу тощо [11, 12, 13, 14].

З огляду на зазначене, на особливу увагу потребує вивчення пролонгованого впливу ГМ-сої на організм тварин протягом тривалого періоду її застосування. Дослідження в такому напрямі дозволять визначитись з можливістю використання ГМ-сої у якості білкового корму, а тому є досить актуальними.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в умовах ДП «Експериментальна база «Надія» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Дослідження на свинях здійснювали відповідно до Міжнародних принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментів над ними та в інших наукових цілях.

Дослідження щодо наявності генетично модифікованих конструкцій у зразках кормів проводились в лабораторії генетики, а їх хімічний склад в лабораторії зоотехнічного аналізу інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН України. Якісний та кількісний аналіз зразків кормів та біоматеріалів на вміст ГМІ, проводили з використанням комерційних ПЛР-тест наборів, згідно з чинними нормативними документами на методи досліджень: ДСТУ ISO 21569:2008, ДСТУ ISO 21570:2008, ДСТУ ISO 21571:2008.

Для вивчення впливу ГМ-сої на продуктивність та відтворювальну здатність свиней у першому поколінні згідно з існуючою методикою [15] було проведено науково-господарський дослід на тваринах полтавської м'ясної породи, що утримувалися в умовах державного підприємства «Експериментальна база «Надія» Інституту свинарства і АПВ. З цією метою з групи дорощування було відібрано 24 голови поросят, аналогів за віком та живою масою, та сформовано дві дослідні групи, до яких входило 8 свинок та 4 кнурці. До складу раціону годівлі контрольної групи тварин була включена, у рівній кількості за масою (по 10%), соя повножирова екструдована сорту «Ворскла» (без ГМО), а дослідної – ГМ-соя повножирова екструдована (RR, GTS 40.3.2). По досягненню свинками фізіологічної зрілості вони були штучно осіменені спермою кнурців аналогічних груп та досліджена їх відтворювальна здатність [16].

В подальшому дослідження були продовжені на нащадках свиней отриманих у першому досліді. Для проведення другого науково-господарського досліді, згідно існуючої методики [15], було сформовано дві групи тварин, по 20 голів у кожній, до складу яких входили свинки, кабанчики та кнурці – аналоги за породною належністю та живою масою. Свиням контрольної групи, як і їх батькам, протягом пері-

оду вирощування згодовували повноцінний комбікорм одним з інгредієнтів якого була соя повножирова екструдована сорту «Ворскла» (без ГМО) (5 % за масою), а дослідної – екструдована ГМ-соя (RR, GTS 40.3.2). Свинки та кабанчики утримувались у групових станках по 6 – 8 голів, а кнурці по 4 – 5 голів, з вільним доступом до кормів та води. Протягом періоду вирощування свиней здійснювався контроль за станом їх здоров'я, інтенсивністю росту та розвитку шляхом періодичного зважування, а також проявом статевих функцій у свинок та кнурців. Також вивчались показники, що характеризують клінічний стан тварин [17].

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програм Microsoft Excel і Statistica, попередньо перевіривши нормальність їх розподілу за W тестом Шапиро-Вілка й тестом Лілієфорса. Розраховувалися такі показники описової статистики як: середнє і його помилка ($\bar{X} \pm S_x$), довірчий інтервал (95 % ДІ), стандартне відхилення (S) і коефіцієнт варіації (Cv) по вибірці. Вірогідність різниці (p) розраховували з використанням t-тесту для залежних і незалежних вибірок [18].

Результати й обговорення. Аналіз даних першого науково-господарського дослідження щодо репродуктивної здатності свинок вказує на перевагу більшості показників тварин контрольної групи, тобто тих, одним з інгредієнтів раціону яких використовували сою звичайну повно жирову екструдовану, над аналогами які споживали генетично модифіковану сою. Так, за результатами штучного осіменіння свинок перегулів у контрольній групі виявлено всього два (у однієї тварини), тоді коли у дослідній – дев'ять (у чотирьох тварин). Незважаючи на те, що за кількістю аварійних опоросів тварини різних груп не відрізнялися між собою багатоплідність свинок що споживали сою без наявності в ній ГМО була більшою на 44,2 % (10,57 голів поросят проти 7,33, при $p=0,03$) (табл. 1).

У тому числі кількість мертвонароджених становила відповідно 10,78 % та 13,64 %. Кращий показник багатоплідності контрольних свинок суттєво позначився на загальній кількості новонароджених поросят: від тварин цієї піддослідної групи отримано 74 поросят, або на 30 голів більше порівняно з аналогами дослідної групи. Жива маса поросят при народженні була в межах фізіологічної норми і суттєво не відрізнялася між свиноматками різних груп.

1. Відтворювальна здатність свинок за наявності у раціоні ГМ-сої в першому поколінні, $\bar{X} \pm S_x$, n=8

Показник	Дослідні групи	
	Контрольна (Без ГМО)	Дослідна (ГМО)
Тривалість періоду поросності, днів	112,71±0,452	113,33±0,558
Багатоплідність, гол.	10,57±0,481	7,33±1,25*
у т. ч. живих, гол.	9,43±0,429	6,67±1,606

Примітка: * – $p \leq 0,05$ порівняно з контролем

Статеве співвідношення поросят у гніздах свинок яким згодовували раціон з ГМ-соєю відрізнялося від такого які мали аналоги контрольної групи: в дослідній групі у гніздах при народженні було більше кнурців, а в контрольній – свинок. Збереженість поросят до відлучення у свиноматок обох груп була дуже низькою і становила у контрольній та дослідній групах відповідно 54,04 % та 71,05 %, що вказує перш за все, на наш погляд, на недостатню молочну продуктивність свиноматок, а також негативний вплив інших паратипових факторів, зокрема умов утримання та підгодівлі поросят.

Вищезазначене негативно позначилось на інтенсивності росту поросят підсисного періоду вирощування. Не зважаючи на те, що середньодобові прирости і відповідно їх жива маса при відлученні були вірогідно більшими у гніздах свиноматок контрольної групи, вони були низькими і становили 143,3 г, або на 20,7 г більше порівняно з дослідними ($p=0,011$). Таким чином, з огляду на отримані результати встановлено, що майже за всіма досліджуваними показниками репродуктивної здатності свинок-первісток та розвитком отриманого від них потомства свиноматки контрольної групи вірогідно переважали аналогів дослідної.

За формуванням та проявом статевих рефлексів у піддослідних кнурців відмінностей не встановлено, але спостерігалася індивідуальна їх реакція на чучело свині за кількістю підходів до нього та швидкості вироблення умовного рефлексу, що, напевно, в більшій мірі залежали від типу нервової діяльності тварин, їх походження та фізіологічного стану. Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що якість спермопродукції у кнурів обох груп була в межах фізіологічної норми (табл. 2). Проте, спостерігається вірогідна різниця за показниками об'єму еякуляту та концентрації сперми в ньому. Причому, при перевазі кнурів контрольної групи над дослідними за об'ємом (227,6 см³ проти 171,9 см³) вони вірогідно поступаються аналогам дослідної групи за концентрацією сперміїв відповідно на 38,6 млн/см³ ($p \leq 0,046$).

Однак, загальна кількість сперміїв у еякулятах суттєво не відрізнялася: у контрольних та дослідних кнурів вона становила в середньому відповідно 39,6 та 37,1 млрд. Враховуючи те, що активність сперміїв знаходилась на одному рівні (7,9 бала), а варіабельність її була низькою (4,56 % та 6,35 %) кількість сперміїв з прямолінійно-поступальним рухом у еякуляті суттєво не відрізнялася у кнурців контрольної та дослідної груп (31,2 млрд. проти 29,3 млрд.), проте зросла кількість отриманих спермодоз на один еякулят отриманий від кнурців, яким згодовували звичайну екструдовану сою. Отже, відмінності окремих первинних показників якості сперми кнурів-плідників, що характеризують придатність її для подальшого використання для штучного осіменіння свиноматок, на наш погляд, в більшій мірі залежали від індивідуальних, генотипових їх особливостей ніж від паратипового фактору, зокрема годівлі комбікормом, до складу якого входила ГМ-соя.

2. Якість сперми кнурців за наявності у раціоні екструдованої ГМ-сої в першому поколінні, $\bar{X} \pm S_x$, $n=4$

Показник	Дослідні групи	
	Контрольна (Без ГМО)	Дослідна (ГМО)
Об'єм, см ³	227,6±11,88	171,9±5,61***
Концентрація млн/см ³	182,3±16,08	220,9±16,22*
Активність, ум. од.	7,9±0,08	7,9±0,12
Заг. кількість, млрд	39,6±3,47	37,1±1,98
Ут.ч. живих, млрд	31,2±2,80	29,3±1,79

Примітка: * – $p \leq 0,05$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з контролем

Таким чином, з огляду на отримані результати встановлено, що майже за всіма досліджуваними показниками репродуктивної здатності свиноматок та розвитком отриманого від них потомства тварини контрольної групи переважали аналогів дослідної.

Аналіз даних другого науково-господарського дослідження також встановив певний вплив ГМ-сої на репродуктивну здатність свиней. Встановлено, що за статеву по-

ведінкою між дослідними та контрольними кнурцями різниці не встановлено. При досягненні статевої зрілості 5 – 6 місяців кнурців привчали до садки на чучело свині. Як правило, після 2 – 4 контактів з чучелом свині, що залежало від типу їх нервової системи, від кнурців мануальним методом отримували сперму, та оцінювали еякуляти за фізіологічними та біохімічними показниками.

3. Показники якості спермопродукції кнурів за умов згодовування ГМ-сої у другому поколінні, $\bar{X} \pm S_x$, n=4

Показник	Дослідні групи	
	Контрольна (Без ГМО)	Дослідна (ГМО)
Об'єм, см ³	326,57±16,455	292,84±18,889
Концентрація млн/см ³	284,07±16,883	263,10±17,463
Активність, ум. од.	0,82±0,020	0,79±0,026
Заг. кількість, млрд	92,99±7,445	77,93±7,680
Ут.ч. живих, млрд	76,64±7,203	61,63±6,423
ТРП, %	63,90±2,580	56,82±3,769

За об'ємом еякуляту, активністю та концентрацією сперміїв у ньому, в залежності від присутності у раціоні ГМ-сої, суттєвої різниці не встановлено. Проте за всіма дослідженими показниками виявлено тенденцію до погіршення якості спермопродукції за умови згодовування кнурам ГМ-сої. Окрім того варіативність показників у дослідній групі також вища, що може свідчити про меншу опірність організму та більшу залежність якості сперми кнурів дослідної групи від факторів зовнішнього середовища.

Спостерігаються також зміни біохімічного складу плазми сперми кнурців дослідної групи (табл. 4). Так, порівняно з контролем вірогідно знижується концентрація загального білку на 39,16 % (p=0,03). Спостерігається також зниження активності ферментів АсАТ, АлАТ, концентрації загальних ліпідів та холестерину у спермальній плазмі і підвищення вмісту кальцію та фосфору. Щодо вмісту аскорбінової та дегідрокорбінової кислот то він суттєво не відрізнявся.

4. Біохімічний склад плазми сперми кнурців за умов згодовування ГМ-сої у другому поколінні, $\bar{X} \pm S_x$, n=4

Показник	Контроль (без ГМО)	Дослід (ГМО)
Загальний білок, г/л	37,31±3,167	26,81±2,373**
АсАТ, од/л	0,51±0,046	0,40±0,047
АлАТ, од/л	0,60±0,035	0,53±0,036
Аскорбінова кислота, мкмоль/л	8,63±2,121	8,97±2,850
Дегідрокорбінова кислота, мкмоль/л	34,69±2,479	38,60±1,778
АК+ДАК	43,33±3,396	47,58±3,686
Загальні ліпіди, г/л	5,15±0,475	4,07±0,421
Заг. холестерин, ммоль/л	1,40±0,040	1,30±0,043
Кальцій, ммоль/л	1,15±0,077	1,22±0,074
Фосфор, ммоль/л	1,08±0,079	1,21±0,098

Примітка: ** – p < 0,01 – порівняно з контролем;

Пул вільних амінокислот плазми сперми кнурів-плідників за умов згодовування їм ГМ-сої зазнав досить суттєвих змін (табл. 5). У плазмі сперми кнурів дослідної групи вірогідно зросла абсолютна та відносна кількість гістидину, аргініну, треоніну, серину, глютамінової кислоти, гліцину, аланіну, цистину та тирозину, проте зменшилась валіну, ізолейцину, лейцину, фенілаланіну та глютаміну. Проте, сумарний вміст незамінних амінокислот майже не змінився, тоді коли кількість заміних та сумарна їх кількість вірогідно зменшились відповідно на 32,77 % і 31,16 %. Досить суттєво зменшився вміст глютаміну (на 75,22 %; $p = 0,000001$) – важливого джерела вуглецю, азоту та енергії для різноманітних субстратів, що свідчить, на наш погляд, про негативний вплив ГМ-сої на стан плазми сперми кнурів.

5. Пул вільних незамінних амінокислотний плазми сперми кнурів-плідників за умов згодовування ГМ-сої у другому поколінні, мкмоль на 100 см³ (n=6)

Показник	Контроль (без ГМО)		Дослід (ГМО)	
	мкмоль	%	мкмоль	%
Лізін	3,09±0,120	0,75	3,10±0,086	0,99
Гістидин	0,29±0,014	0,07	1,58±0,070***	0,51
Аргінін	1,16±0,041	0,28	2,33±0,041***	0,74
Треонін	0,28±0,024	0,07	0,42±0,029**	0,13
Валін	3,85±0,053	0,94	3,30±0,008***	1,05
Метіонін	0,11±0,007	0,03	0,11±0,005	0,04
Ізолейцин	1,62±0,020	0,39	1,49±0,016**	0,48
Лейцин	4,29±0,041	1,04	2,86±0,014***	0,91
Фенілаланін	0,60±0,020	0,14	0,12±0,004***	0,04
Сума незамінні	15,28±0,197	3,72	15,31±0,101	4,89
Асп. Кисл.	16,37±0,385	3,98	10,91±0,023***	3,48
Серин	1,97±0,122	0,48	2,76±0,084**	0,88
Глут. Кисл.	5,56±0,141	1,35	7,42±0,080***	2,37
Пролін	1,67±0,129	0,41	1,65±0,103	0,53
Гліцин	40,50±1,846	9,86	78,33±1,162***	25,01
Аланін	10,89±0,536	2,65	13,04±0,408*	4,16
Цистин	0,20±0,020	0,05	1,00±0,041***	0,32
Тирозин	1,49±0,076	0,36	1,96±0,012***	0,63
Глутамін	316,93±6,496	77,14	180,87±1,841***	57,74
Сума заміні	395,59±7,688	96,28	297,95±0,243***	95,11
Загальна сума	410,87±7,820	100	313,26±0,344***	100

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – порівняно з контролем

Отже зміни біохімічного складу плазми еякулятів, свідчать про тенденцію до погіршення якості спермопродукції кнурців яким згодовували ГМ-сою.

За лінійно-ваговими розмірами органи репродуктивної системи свинок дослідної групи поступалися аналогам контрольної (табл. 6). Так, їх загальна вага була меншою на 3,09 %, довжина піхви на 11,59 %, довжина матки на 3,64 %, довжина рогів матки на 16,23 % і вага яєчників на 38,60 %. Не зважаючи суттєву різницю у вазі, яєчники дослідних свинок були цілком придатними для протікання процесу овогенезу.

**6. Розвиток репродуктивної системи свинок піддослідних груп
за умов згодовування ГМ-сої у другому поколінні (n = 2)**

Показники	Контроль (без ГМО)	Дослід (ГМО)	± до I групи, %
Вага репродуктивних органів, г	695,00	673,50	-3,09
Вага яєчників, г	11,89	7,30	-38,60
Довжина піхви, см	17,25	15,25	-11,59
Довжина шийки матки, см	27,50	26,50	-3,64
Довжина рогів матки, см	237,25	198,75	-16,23
Довжина яйцепроводів, см	46,50	56,25	+20,97

Отримані дані можуть бути пояснені певною зміною гормонального фону піддослідних тварин, які споживали ГМ-сою, оскільки вона містить підвищений рівень фітогормонів [19, 20].

Висновки. Встановлено, що за використання ГМ-сої (RR, GTS 40.3.2) у першому поколінні багатоплідність свинок була меншою на 44,2 %, $p=0,03$. Спостерігається вірогідна різниця за показниками об'єму еякуляту та концентрації сперми в ньому. Причому, при перевазі кнурів контрольної групи над дослідними за об'ємом (227,6 см³ проти 171,9 см³) вони вірогідно поступаються аналогам дослідної групи за концентрацією спермій відповідно на 38,6 млн/см³ ($p \leq 0,046$).

За використання ГМ-сої у другому поколінні встановлено тенденцію до погіршення якості спермопродукції за об'ємом еякуляту, активністю та концентрацією спермій у ньому. Порівняно з контролем вірогідно знижується концентрація загального білку на 39,16 % ($p=0,03$). Спостерігається також зниження активності ферментів АсАТ, АлАТ, концентрації загальних ліпідів та холестерину у спермальній плазмі і підвищення вмісту кальцію та фосфору. Сумарний вміст вільних незамінних амінокислот плазми сперми не змінився, проте кількість замісних та сумарна кількість амінокислот вірогідно зменшилися відповідно на 32,77 % і 31,16 %. Досить суттєво зменшився вміст глутаміну (на 75,22 %; $p = 0,000001$), що свідчить про негативний вплив ГМ-сої на стан плазми сперми кнурів.

За лінійно-ваговими розмірами органи репродуктивної системи свинок за використання ГМ-сої у другому поколінні поступалися аналогам контрольної, їх загальна вага була меншою на 3,09 %, довжина піхви на 11,59 %, довжина матки на 3,64 %, довжина рогів матки на 16,23 % і вага яєчників на 38,60 %.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ISAAA. 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.
2. Flachowsky, G., Schafft, H., Meyer, U. 2012. Animal feeding studies for nutritional and safety assessments of feeds from genetically modified plants: a review. J. für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (J. Consum. Prot. Food Saf.) 7, 179-194.
3. EFSA. 2015. Scientific opinion. Guidance on the agronomic and phenotypic characterization of genetically modified plants. EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). EFSA J. 13, 4128.
4. Snell, C., Bernheim, A., Bergé, J.B., Kuntz, M., Pascal, G., Paris, A., Ricroch, A.E. 2012. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review. Food Chem Toxicol. Mar; 50(3-4): 1134-48. doi: 10.1016/j.fct.2011.11.048.
5. Swiatkiewicz, S., Swiatkiewicz, M., Arczewska-Wlosek, A., Jozefiak, D., 2014. Genetically modified feeds and their effect on the metabolic parameters of food-producing animals: a review of recent studies. Anim. Feed Sci. Technol. 198, 1-19.

6. Korwin-Kossakowska, A., Sartowska, K., Tomczyk, G., Prusak, B., Sender, G., 2016. Health status and potential uptake of transgenic DNA by Japanese quail fed diets containing genetically modified plant ingredients over 10 generations. *Br. Poult. Sci.* 57, 415-423.
7. Clazien J. de Vos, Manon Swanenburg. 2018. Health effects of feeding genetically modified (GM) crops to livestock animals: A review. *Food and Chemical Toxicology*. 117. 3-12.
8. Чесноков, Ю.В. 2011. ГМО и генетические ресурсы растений: экологическая и агротехническая безопасность. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. Том 15. № 4. 818-827.
9. Carman, J.A., Vlieger, H.R., Ver Steegd, L.J., Sneller, V.E., Robinson, G.W., Clinch-Jones, C.A., Haynes, Julie, Edwards, John. 2013. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *Journal of organic systems*. 8. 38-54.
10. Pertry, I., Nothegger, C., Sweet, J., Kuiper, H., Davies, H., Iserentant, D., Hull, R., Mezzetti, B., Messens, K., De Loose, M., de Oliveira, D., Burssens, S., Gheysen, G., Tzotzos, G. 2014. DTREEv2, a computer-based support system for the risk assessment of genetically modified plants. *New Biotechnology*, 31(2), pp.166-171.
11. Barbara de Santis, Norbert Stockhofe, Jean-Michel Wal, Eefke Weesendorp, Jean-Paul Lalles, Jeroen van Dijk, Esther Kok, Marzia De Giacomo, Ralf Einspanier, Roberta Onori, Carlo Brera, Paul Bikker, Jan van der Meulen, G. Kleter. 2018. Case studies on genetically modified organisms (GMOs): Potential risk scenarios and associated health indicators. *Food and Chemical Toxicology*. 117. 36-65.
12. Angelika Hilbeck, Rosa Binimelis, Nicolas Defarge, Ricarda Steinbrecher, András Székács, Fern Wickson, Michael Antoniou, Philip L Bereano, Ethel Ann Clark, Michael Hansen, Eva Novotny, Jack Heinemann, Hartmut Meyer, Vandana Shiva and Brian Wynne. 2015. No scientific consensus on GMO safety. *Environmental Sciences Europe*, 27:4.
13. Margherita Arcieri. 2016. Spread and Potential Risks of Genetically Modified Organisms. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 8. 552 – 559.
14. Anna Nadal, Marzia De Giacomo, Ralf Einspanier, Gijs Kleter, Esther Kok, Sarah McFarland, Roberta Onori, Alain Paris, Monica Toldra, Jeroen van Dijk, Jean-Michel Wal, Maria Pla. 2018. Exposure of livestock to GM feeds: Detectability and measurement. *Food and Chemical Toxicology*. 117. 13-35.
15. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І.І. Ібатулліна, О.М. Жукорського. – К.: Аграрна наука. 2017. 328.
16. Інструкція із штучного осіменіння свиней. – К.: Аграрна наука, 2003. 56.
17. Влізла, В.В., Федорук, Р.С., Ратич, І.Б. та ін. (2012). *Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник*. за ред. В.В. Влізла. Львів, СПОЛОН. 764.
18. Stanton A. Glantz *Primer of biostatistics: sixth edition*. McGraw-Hill Professional. 2005. 520.
19. Costa, G.R., de Oliveira Couto e Silva, N., Mandarino, J. M. G., Leite, R. S., Guimarães, N. C., Junqueira, R. G. A., et al. 2015. Isoflavone and mineral content in conventional and transgenic soybean cultivars. *Am. J. Plant Sci.* 6, 2051–2059. doi: 10.4236/ajps.2015.613205.
20. Зиновьев, С.Г., Манюненко, С.А., Биндюг, Д.А. 2018. Особенности химического состава обычной и генномодифицированной сои. *Животноводство и ветеринарная медицина*. № 4. Горки.

REFERENCES

1. ISAAA. 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.
2. Flachowsky, G., Schafft, H., Meyer, U. 2012. Animal feeding studies for nutritional and safety assessments of feeds from genetically modified plants: a review. *J. für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (J. Consum. Prot. Food Saf.)* 7, 179-194.

3. EFSA. 2015. Scientific opinion. Guidance on the agronomic and phenotypic characterization of genetically modified plants. EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). EFSA J. 13, 4128.
4. Snell, C., Bernheim, A., Bergé, J.B., Kuntz, M., Pascal, G., Paris, A., Ricroch, A.E. 2012. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review. Food Chem Toxicol. Mar; 50(3-4): 1134-48. doi: 10.1016/j.fct.2011.11.048.
5. Swiatkiewicz, S., Swiatkiewicz, M., Arczewska-Wlosek, A., Jozefiak, D., 2014. Genetically modified feeds and their effect on the metabolic parameters of food-producing animals: a review of recent studies. Anim. Feed Sci. Technol. 198, 1-19.
6. Korwin-Kossakowska, A., Sartowska, K., Tomczyk, G., Prusak, B., Sender, G., 2016. Health status and potential uptake of transgenic DNA by Japanese quail fed diets containing genetically modified plant ingredients over 10 generations. Br. Poult. Sci. 57, 415-423.
7. Clazien J. de Vos, Manon Swanenburg. 2018. Health effects of feeding genetically modified (GM) crops to livestock animals: A review. Food and Chemical Toxicology. 117. 3-12.
8. Chesnokov Yu.V. 2011. GMO i geneticheskiye resursy rasteniy: ekologicheskaya i agrotekhnicheskaya bezopasnost – GMO and plant genetic resources: environmental and agrotechnical safety. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. Vol. 15. № 4. – P. 818-827 (in Russian).
9. Carman, J.A., Vlieger, H.R., Ver Steegd, L.J., Sneller, V.E., Robinson, G.W., Clinch-Jones, C.A., Haynes, Julie, Edwards, John. 2013. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. Journal of organic systems. 8. 38-54.
10. Pertry, I., Nothegger, C., Sweet, J., Kuiper, H., Davies, H., Iserentant, D., Hull, R., Mezzetti, B., Messens, K., De Loose, M., de Oliveira, D., Burssens, S., Gheysen, G., Tzotzos, G. 2014. DTREEv2, a computer-based support system for the risk assessment of genetically modified plants. New Biotechnology, 31(2), pp.166-171.
11. Barbara de Santis, Norbert Stockhofe, Jean-Michel Wal, Eefke Weesendorp, Jean-Paul Lalles, Jeroen van Dijk, Esther Kok, Marzia De Giacomo, Ralf Einspanier, Roberta Onori, Carlo Brera, Paul Bikker, Jan van der Meulen, G. Kleter. 2018. Case studies on genetically modified organisms (GMOs): Potential risk scenarios and associated health indicators. Food and Chemical Toxicology. 117. 36-65.
12. Angelika Hilbeck, Rosa Binimelis, Nicolas Defarge, Ricarda Steinbrecher, Andrés Székács, Fern Wickson, Michael Antoniou, Philip L Bereano, Ethel Ann Clark, Michael Hansen, Eva Novotny, Jack Heinemann, Hartmut Meyer, Vandana Shiva and Brian Wynne. 2015. No scientific consensus on GMO safety. Environmental Sciences Europe, 27:4.
13. Margherita Arcieri. 2016. Spread and Potential Risks of Genetically Modified Organisms. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 8. 552 – 559.
14. Anna Nadal, Marzia De Giacomo, Ralf Einspanier, Gijs Kleter, Esther Kok, Sarah McFarland, Roberta Onori, Alain Paris, Monica Toldra, Jeroen van Dijk, Jean-Michel Wal, Maria Pla. 2018. Exposure of livestock to GM feeds: Detectability and measurement. Food and Chemical Toxicology. 117. 13-35.
15. Methodology and organization of scientific research in livestock: the manual / Edited by I.I. Ibatullin, O.M. Zhukovsky. Kyiv. Agrarian science. 2017.- 328 p. (in Ukrainian).
16. Instruction for artificial insemination of pigs. Kiyv. Ahrarnanauka. 2003. 56 p. (in Ukrainian).
17. Vlizlo, V.V., Fedoruk, R.S., Ratysh, I.B. et al (2012). Laboratorni metody doslidzhen' u biolohiyi, tvarynnytstvi ta veterynarniy medytsyni: dovidnyk – Laboratory methods of research in biology, livestock and veterinary medicine: a guide. Edited by V.V. Vlizlo. L'viv, SPOLOM. – 764 s. (in Ukrainian).
18. Stanton, A. Glantz Primer of biostatistics: sixth edition. McGraw-Hill Professional. 2005. 520.
19. Costa, G.R., de Oliveira Couto e Silva, N., Mandarino, J. M. G., Leite, R. S., Guimarães, N. C., Junqueira, R. G. A., et al. 2015. Isoflavone and mineral content in

conventional and transgenic soybean cultivars. Am. J. Plant Sci. 6, 2051–2059. doi: 10.4236/ajps.2015.613205.

20. Zinoviev, S.G., Manyunenko, S.A., Bindyug, D.A. Osobennosti khimicheskogo sostava obychnoy i gennomodifitsirovannoy soi – Features of the chemical composition of conventional and genetically modified soybeans. Animal Husbandry and Veterinary Medicine. Vol. 4. Gorki (in Russian).

Зиновьев С.Г., Одарюк М.М., Радчиков В.Ф. Репродуктивные качества свиной при длительном использования генетически модифицированной сои в их рационах

Генетически модифицированные (ГМ) культуры становятся все более популярными. С тех пор, когда в 1996 году появились первые генетически модифицированные растения, площадь мировых ГМ-культур выросла примерно в 111,6 раза. В мире официально зарегистрировано 507 линий 30 видов генетически модифицированных сельскохозяйственных растений. Наиболее распространенными ГМ-культурами являются кукуруза, соя, хлопок и рапс, в которые введены гены, чтобы предоставить устойчивость к насекомым, например, Bt в кукурузу или устойчивость к гербициду, например, Roundup Ready (RR) соя. Большая часть этих ГМ-культур используется в качестве кормов для сельскохозяйственных животных. Разумеется, оценка безопасности использования ГМ-культур в животноводстве с учетом здоровья животных и людей является важной задачей. Особое внимание требует изучения пролонгированного влияния ГМ-сои на организм животных в течение длительного периода ее применения.

Для изучения влияния ГМ-сои на продуктивность и репродуктивные качества свиной были проведены две серии научно-хозяйственных опытов на животных полтавской мясной породы. В первом научно-хозяйственном опыте было использовано 24 головы свиной. В состав рациона кормления контрольной группы животных была включена (10 % по массе), соя полножировая экструдированная сорта «Ворскла» (без ГМО), а опытной – ГМ-соя полножировая экструдированная (RR, GTS 40.3.2). По достижению свиными физиологической зрелости они были искусственно осеменены спермой хряков аналогичных групп. В дальнейшем исследования были продолжены на потомках свиной, полученных в первом опыте. Были сформированы две группы животных, по 20 голов в каждой. Свиным контрольной группы, как и их родителям, в течение периода выращивания скармливали полноценный комбикорм, одним из ингредиентов которого была соя полножировая экструдированная сорта «Ворскла» (без ГМО) (5% по массе), а опытной – экструдированная ГМ-соя (RR, GTS 40.3 .2). Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программ Microsoft Excel и Statistica.

Установлено, что при использовании ГМ-сои (RR, GTS 40.3.2) в первом поколении многоплодие свинок было меньше на 44,2%, $p = 0,03$. Наблюдается достоверная разница по показателям объема эякулята и концентрации спермы в нем. Причем, при превосходстве хряков контрольной группы над опытными по объему (227,6 см³ против 171,9 см³) они достоверно уступали аналогам опытной группы по концентрации спермиев соответственно на 38,6 млн/см³ ($p \leq 0,046$).

При использовании ГМ-сои во втором поколении установлена тенденция к ухудшению качества спермопродукции по объему эякулята, активностью и концентрацией сперматозоидов в нем. По сравнению с контролем достоверно снижается концентрация общего белка на 39,16% ($p = 0,03$). Наблюдается также снижение активности ферментов АсАТ, АлАТ, концентрации общих липидов и холестерина в спермальной плазме и повышенное содержание кальция и фосфора. Суммарное содержание свободных незаменимых аминокислот

плазмы спермы не изменилось, однако количество заменимых и суммарное количество аминокислот достоверно уменьшились соответственно на 32,77% и 31,16%. Достаточно существенно уменьшилось содержание глутамина (на 75,22%; $p = 0,000001$), что свидетельствует о негативном влиянии ГМ-сои на состояние плазмы спермы хряков.

По линейно-весовым размерам органы репродуктивной системы свиней при использовании ГМ-сои во втором поколении уступали аналогам контрольной, их общий вес был меньше на 3,09%, длина влагалища на 11,59%, длина матки на 3,64%, длина рогов матки на 16,23% и вес яичников на 38,60%.

Ключевые слова: соя, ГМО, свинки, хрячки, репродуктивные качества, сперма, биохимические показатели.

Zinoviev S.G., Odaryuk M.M., Radchikov V.F. Reproductive qualities of pigs with long-term use of genetically modified soybeans in their diets

Genetically modified (GM) cultures are becoming increasingly popular. Since the first genetically modified plants appeared in 1996, the area of global GM crops has grown approximately 111.6 times. In the world, 507 lines of 30 species of genetically modified agricultural plants are officially registered. The most common GM crops are maize, soybean, cotton, and rapeseed, in which genes are introduced to provide resistance to insects, such as Bt to maize or herbicide resistance, such as Roundup Ready (RR) soybeans. Most of these GM crops are used as feed for farm animals. Of course, safety assessment of the use of GM crops in livestock, taking into account the health of animals and people, is an important task. Special attention should be paid to the study of the prolonged effect of GM soybeans on the animal organism over a long period of its use.

To study the effect of GM soybeans on the productivity and reproductive ability of pigs, two series of scientific and economic experiments on animals of Poltava meat breed were carried out. In the first scientific and business experiment, 24 heads of pigs. The diet of the control group of animals was included (10% by weight), soybean full-fat extruded varieties "Vorskla" (non-GMO), and the experimental one – GM-soy full-fat extruded (RR, GTS 40.3.2). When the pigs reached physiological maturity, they were artificially inseminated with sperm of boars from similar groups. Further studies were continued on the descendants of pigs obtained in the first experiment. Two groups of animals were formed, with 20 heads in each. The control group of pigs, like their parents, were fed full feed during the growing period, one of whose ingredients was extruded full-fat soybean "Vorskla" (non-GMO) (5% by weight), and the experimental one – extruded GM-soybean (RR, GTS 40.3.2). Statistical data processing was performed using Microsoft Excel and Statistica.

It was established that when using GM soybeans (RR, GTS 40.3.2) in the first generation, the multiplicity of gilts was 44.2% less, $p = 0.03$. There is a significant difference in terms of the volume of ejaculate and the concentration of sperm in it. Moreover, with the superiority of the boars of the control group over the experimental ones by volume (227.6 cm³ against 171.9 cm³), they were significantly inferior to the analogs of the experimental group in sperm concentration, respectively, by 38.6 million / cm³ ($p \leq 0.046$).

When using GM soybeans in the second generation, a tendency has been established for deterioration in the quality of sperm production in terms of ejaculate volume, activity and concentration of spermatozoa in it. Compared with the control, the concentration of total protein is significantly reduced by 39.16% ($p = 0.03$). There is also a decrease in the activity of the enzymes AsAT, AlAT, the concentration of total lipids and cholesterol in the sperm plasma, and an increased content of calcium and phosphorus. The total content of free essential amino acids in the sperm plasma has not changed, however, the number of replaceable and total number of amino acids significantly decreased by 32.77% and 31.16%, respectively. The glutamine content

was significantly reduced (by 75.22%; $p = 0.000001$), which indicates the negative effect of GM soy on the plasma of boar semen.

The linear-weight dimensions of the organs of the reproductive system of pigs when using GM-soybeans in the second generation were inferior to the control analogues, their total weight was less by 3.09%, the length of the vagina by 11.59%, the length of the uterus by 3.64%, the length of the horns uterus by 16.23% and ovarian weight by 38.60%.

Key words: soybean, GMO, mumps, boars, reproductive qualities, sperm, biochemical parameters

УДК 636.4.084/087

ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНИЙ СКРИНІНГ НЕТРАДИЦІЙНИХ КОРМОВИХ КУЛЬТУР: ЗЕЛЕНА МАСА ЕЙХОРНІЇ

Сідашова С.О., кандидат сільськогосподарських наук

АФ «Петродолинське», Одеська обл.

Перетяцько Л.Г., Онищенко А.О., кандидати сільськогосподарських наук

Сагло О.Ф., кандидат біологічних наук

Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН

36013, м. Полтава, вул. Шведська Могила, 1,

pigbreeding@ukr.net

Горобей О.О., кандидати ветеринарних наук

Одеський ДАУ

Стрижак Т.А., кандидат сільськогосподарських наук

ІТ НААН, Харків

Наведено дані скринінг – дослідження зразків зеленої маси ейхорнії (водяного гіацинту) та сировини-субстрату для її вирощування (вода для біобасейнів і фекалії продуктивних тварин). Експрес-біотестування із застосуванням культури інфузорій Colpoda steinii відповідно до методичних вимог міждержавного стандарту (ГОСТ 13496.7-97) показали відсутність загальної токсичності цієї нетрадиційної кормової культури, як в подрібненій зеленій масі, так і в окремих частинах рослини. Додатковий біоконтроль в умовах птахоферми засвідчив: при відсутності негативної дії вводу в раціон 10 г/гол. зеленої маси ейхорнії, відзначено підвищення продуктивності в дослідній групі курей-несучок в порівнянні з контролем: ріст яйценоскості на 21,35 % при збільшенні середньої ваги яйця на 1,46 г, відповідно. Еколого-токсикологічний скринінг води в господарствах різних областей України показав, що артезіанська вода для потреб тваринництва не мала ознак загальної токсичності, а хлорована водопровідна без відстоювання була слабо токсична у 27,27 % проб. В пробах фекалій свиней і курей виявлено 85,71 і 83,33 % токсичних зразків, в той час як навоз ВРХ в усіх випадках був не токсичний для біотест-об'єктів (інфузорій Colpoda steinii). Аналіз даних скринінгу загальної токсичності об'єктів нетрадиційного кормо виробництва підтвердив перспективність застосування мікробіологічних методів еколого-токсикологічного моніторингу безпечності сировини і продукції тваринництва в практичних умовах із застосуванням біотестів вітчизняного виробництва (препарат: культура Colpoda steinii суха, ТОВ «Відродження М», Одеса).

Ключові слова: експрес-біотестування, загальна токсичність, біотест-об'єкт, інфузорій Colpoda steinii, ейхорнія, біобезпека.