

ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СВИНЕЙ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ В РАЦІОНІ

Савчук Іван Миколайович

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут сільського господарства Полісся
Національної академії аграрних наук України,
м. Житомир, Україна
ORCID: 0000-0002-2182-8857
isavchuk.zt@ukr.net

Ковальова Світлана Петрівна

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут сільського господарства Полісся
Національної академії аграрних наук України,
м. Житомир, Україна
ORCID: 0000-0003-1858-625X
svitlanakovalova2@gmail.com

У світової науки є достатньо даних, що свідчать про існування потенційних і реальних біологічних ризиків під час комерційного використання трансгенних кормів. В експериментальних дослідженнях на лабораторних та сільськогосподарських тваринах було виявлено негативний вплив генетично модифікованих кормів на морфофункціональний стан їх органів і систем організму, репродуктивну функцію, імунний статус, біохімічні показники крові та сечі. Метою даної роботи було проведення аналізу морфологічних і біохімічних показників крові молодняку свиней за використання в їх раціонах різних високобілкових кормів – макухи соняшникової з люпином вузьколистим та генетично модифікованої екструдованої повножирової сої. Експериментальні дослідження проведені на території фізіологічного двору Інституту в умовах III зони радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Для цього сформовано 2 групи молодняку свиней по 7 голів у кожній: I група (контрольна) – згодовували зерносуміш №1 з люпином вузьколистим (беззалкалоїдним) і макухою соняшниковою; II група (дослідна) – отримувала зерносуміш №2 з генетично модифікованою соєю.

Морфологічні дослідження крові проведені з використанням гематологічного аналізатора Abacus Vet 5, а біохімічні – напіваавтоматичного б/х аналізатора Chem 7, реактиву DAC. За результатами гематологічних досліджень встановлено, що основні показники крові у свиней обох піддослідних груп знаходились в межах фізіологічної норми, за виключенням перевищення верхньої межі норми по сегментоядерних нейтрофілах, холестерину, АЛТ і АСТ. Водночас за використання для годівлі молодняку свиней зерносуміші, до складу якої входило 10 % (за масою) генетично модифікованої сої, в крові тварин спостерігається збільшення вмісту загального білку на 15,6 %, гемоглобіну – на 12,7 %, тромбоцитів – у 2,1 рази і тромбоцитів – на 0,07 % абсолютних ($P > 0,95-0,999$). При цьому в крові тварин дослідної групи відносно контролю зменшується кількість еритроцитів на 17,4 %, лейкоцитів – 27,2, К – 29,3 і СІ – на 10,0 % ($P > 0,95-0,99$).

Ключові слова: молодняк свиней, генетично модифікована соя, кров, гематологічні показники.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.2.8>

Вступ. У світовій практиці зберігається стійка тенденція до збільшення площ вирощування генно-модифікованих (ГМ) рослин, які за останні 25 років збільшилися з 1,7 до 190,4 млн. га (ISAAA, 2020). Найбільш основні сільськогосподарські культури, які є генетично модифікованими – це соєві боби, кукурудза, бавовна та ріпак. При цьому в Україні близько 80 % нелегально вирощується гліфосат-резистентна генетично модифікована соя лінії 40-3-2 (Кушнір, 2017).

За даними авторів (Smith, 2007; Кулик та ін., 2015), було виявлено негативний вплив трансгенних кормів на морфофункціональний стан органів і систем організму тварин, репродуктивну функцію, імунний статус, біохімічні показники крові та сечі. А за повідомленням С.Г. Зінов'єва (Зінов'єв, 2014), введення 10 % генетично модифікованої сої в раціон молодняку свиней здійснює

вірогідний вплив на підвищення активності аспартат- і аланінамінотрансфераз і концентрацію неорганічного фосфору у крові 8-міс. свиней, що свідчить про деякий негативний вплив ГМ-сої як на стан їх печінки, так і міокарда. Окрім того, спостерігаються вірогідні зміни концентрації білкових фракцій крові, а саме знижується вміст α -глобулінів та підвищується кількість γ -глобулінів (Зінов'єв та ін., 2016).

В інших дослідженнях (Омельченко, 2020), проведених на коровах, за тривалого споживання кормів раціону з умістом ГМ-сої, встановлено зменшення кількості новонароджених і зростання числа мертвонароджених телят, а також підвищення активності АЛТ та лужної фосфатази сироватки крові.

Водночас, за даними американських науковців (Herman et al., 2018; Papineni et al., 2018), не встановлено

вірогідних побічних ефектів у щурів за згодовування їм 15 та 30 % соєвої складової за масою. Аналогічні дані отримані у дослідженнях інших авторів (Swiatkiewicz et al., 2014; Snell et al., 2012; Cesta, 2006), які підтверджують висновок щодо безпечності згодовування сільськогосподарським тваринам ГМ-культур, оскільки немає чітких доказів того, що генетично модифіковані корми є небезпечними для стану здоров'я жуйних тварин, свиней та птиці.

Виходячи з аналізу літературних джерел стає ймовірним, що остаточної відповіді про безпечність харчових ГМ рослин для організму тварин світовим науковим співтовариством ще не отримано (Hilbeck et al., 2011). За понад 20 років комерційного використання генетично модифікованих продуктів було проведено досить значну кількість експериментів, в основному, на лабораторних тваринах (Eissa et al., 2019; Rapineni et al., 2017). Водночас довготривалих досліджень на сільськогосподарських тваринах майже не проводилось. Тому вивчення гематологічних показників свиней за використання ГМ-сої в їх раціоні є актуальним.

Мета досліджень – провести порівняльний аналіз впливу зерноsumішей, до складу яких входили різні високобілкові корми – макуха соняшникова з люпином вузьколистим та генетично модифікована соя, на морфологічні і біохімічні показники крові молодняку свиней.

Матеріали і методи досліджень. Експериментальні дослідження на молодняку свиней великої білої породи проводили на території фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН. Для проведення досліду сформовано 2 групи молодняку свиней за методом збалансованих груп згідно з методичними положеннями Ібатулліна І.І. і Жукорського О.М. (Ібатуллін і Жукорський, 2017). Згідно зі схемою досліду, в порівняльний період тварини обох піддослідних груп отримували зерноsumіш №1, яка складалася з концентрованих кормів місцевого виробництва, вирощених в III зоні радіоактивного забруднення, з добавкою БВМД (табл. 1).

Різниця в годівлі піддослідних свиней в основний період досліджень полягала в тому, що тварини I (контрольної) групи отримували корми раціону як і в порівняльний період експерименту. Водночас підсвинкам II (дослідної) групи 60 % дерті пшеничної (за масою)

Таблиця 1

Склад зерноsumішей при проведенні досліджень, % за масою

Концентровані корми	Зерноsumіш №1	Зерноsumіш №2
Дерть пшениці	60	–
Дерть кукурудзяна	–	60
Дерть тритикале	25	25
Макуха соняшникова	5	–
Люпин вузьколистий (безалкалоїдний)	5	–
ГМ-соя екструдована	–	10
БВМД	5	5
Всього	100	100

Таблиця 2

Морфологічні показники крові свиней (n=3; M ± m)

Показники	Норма	Групи	
		I – контрольна	II – дослідна
Еритроцити, Т/л	5,0–8,0	7,46 ± 0,18	6,16 ± 0,09**
Гемоглобін, г/л	100–160	142 ± 2	160 ± 2**
Гематокрит, %	32–50	44,8 ± 0,81	47,5 ± 0,74
Лейкоцити, Г/л	11–22	20,2 ± 0,61	14,7 ± 1,47*
Еозинофіли, %	4–12	3,7 ± 0,33	6,3 ± 2,03
Базофіли, %	0–1	0	0
Нейтрофіли, %:			
паличкоядерні	3–6	3,3 ± 0,67	2,3 ± 0,33
сегментоядерні	25–35	40,3 ± 2,60	39,0 ± 2,64
Лімфоцити, %	40–50	48,7 ± 2,40	49,3 ± 4,37
Моноцити, %	2–5	4 ± 0,6	3 ± 0,6
Тромбоцити, Т/л	300–700	125 ± 8,8	268 ± 9,4***
Середній об'єм тромбоцитів, фл.	7,5–11,0	9,7 ± 0,47	9,9 ± 0,25
Тромбоцити, %	0,1–0,4	0,12 ± 0,01	0,19 ± 0,01*

Примітка: *P>0,95; **P>0,99; ***P>0,999.

в складі раціону замінювали на 60 % дерті кукурудзи, а також 10 % макухи і люпину – на аналогічну кількість генетично модифікованої екструдованої сої. Концентровані корми згодовували піддослідному молодняку свиней два рази на добу – вранці та ввечері в однаковій ваговій кількості.

Кров для досліджень відбирали із судин хвоста від 3 тварин із кожної групи вранці до ранкової годівлі. В крові визначали: еритроцити та гемоглобін, лейкоцити, гематокрит, загальний білок, еозинофіли, базофіли, нейтрофіли, лімфоцити, моноцити, тромбоцити, тромбокрит, Са, Р, АЛТ, АСТ, глюкозу, холестерин, креатинін, сечовину, амілазу, білібурін, К, Mg, Cl. Морфологічні дослідження крові проведені з використанням гематологічного аналізатора Abacus Vet 5, а біохімічні – напівавтоматичного б/х аналізатора Cherm 7, реактиви DAC.

Усі маніпуляції з тваринами проводили відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (Закон України, 2006).

Результати досліджень. Одержані в ході експерименту дані свідчать, що за згодовування молодняку свиней зерноsumішей різного складу спостерігається суттєвий вплив на деякі морфологічні показники крові (табл. 2).

Еритроцити або червоні кров'яні тільця становлять основну масу формених елементів крові, їх функція – транспортна. Також вони беруть участь у регуляції рН крові, на своїй поверхні адсорбують деякі отрути. Встановлено, що у підсвинків II (дослідної) групи кількість еритроцитів за абсолютним значенням зменшилася відносно аналогів I (контрольної) групи на 17,4 % за статистично значущої міжгрупової різниці (P>0,99), що може опосередковано свідчити про негативний вплив ГМ-сої на даний показник.

У молодняку свиней обох піддослідних груп концентрація гемоглобіну була в межах норми – 142–160 г/л, водночас у тварин дослідної групи цей показник на 12,7 % вище, ніж у аналогів із контрольної групи за істотної міжгрупової різниці (P>0,99). За даними вітчизняних авторів (Кучерявий, 2015; Новаковська, 2020), підвищення рівня

гемоглобіну відбувається під час згущення крові, що ми і спостерігали у молодняку свиней II групи, які споживали ГМ-сою.

Гематокрит – відсотковий вміст формених елементів крові в її загальному об'ємі. Цей показник у молодняку свиней обох піддослідних груп не виходив за межі фізіологічної норми і становив 44,8–47,5 %, водночас виявився більшим у тварин II групи відносно I групи на 1,7 % абс. за недостовірної міжгрупової різниці ($P < 0,95$).

Важливу роль в організмі тварин відіграють білі кров'яні тільця – лейкоцити, особливо в захисних процесах. Вони поглинають і перетравлюють мікроби, відмерлі клітини організму, різні сторонні білки та інші речовини, що потрапляють в організм. Доведено, що під час споживання піддослідним молодняком свиней зерносуші № 1 і № 2, кількість лейкоцитів у крові коливається від 14,7 до 20,2 Г/л і знаходиться в межах фізіологічної норми. Наразі використання у складі кормової зерносуші тварин II групи ГМ-сої порівняно з контролем призвело до зниження вмісту лейкоцитів у їх крові на 27,2 % ($P > 0,95$). Зменшення в крові молодняку свиней дослідної групи рівня лейкоцитів може також свідчити про зниження імунітету за їх годівлі генетично модифікованою соєю.

Для того, щоб судити про рівень захисту та інших процесів в організмі тварин, необхідно було вивчити вміст формених елементів білої крові, тобто визначити лейкоцитарну формулу. Аналізуючи отримані дані, необхідно відзначити, що співвідношення формених елементів лейкоцитів крові піддослідних свиней знаходилось в межах фізіологічної норми: еозинофіли – 3,7–6,3 %, а базофіли не були встановлені.

Основна функція нейтрофілів – участь у захисті організму від інфекційно-токсичного впливу. У молодняку свиней дослідної групи вміст як паличкоядерних, так і сегментоядерних нейтрофілів у крові був на 1,0 % і 1,3 % абс. меншим відповідно, ніж у їх контрольних аналогів. У крові молодняку II дослідної групи порівняно з I групою спостерігався більший вміст лімфоцитів (на 0,6 % абс.) та зменшення кількості моноцитів на 1,0 % абс. ($P < 0,95$), наразі дані показники знаходилися в межах фізіологічної норми.

Тромбоцити беруть участь у згортанні крові та виконують захисні реакції. У тварин I (контрольної) групи цей показник виявився меншим як від фізіологічної норми на 58,3 %, так і від аналогів II (дослідної) групи на 53,4 % ($P > 0,999$). За середнім значенням об'єму виміряних тромбоцитів міжгрупові відмінності відсутні – 9,7–9,9 фл.

Тромбоцит як параметр клінічного аналізу крові відображає частку периферичної крові, яку займають кров'яні пластинки – тромбоцити. У молодняку свиней I (контрольної) групи тромбоцит становив 0,12 %, у II (дослідної) – 0,19 %, тобто збільшився на 0,07 % абс. порівняно з контролем.

У процесі проведення науково-господарського дослідження нами було визначено також біохімічний склад крові (табл. 3). Отримані результати досліджень дозволили встановити, що у молодняку свиней II (дослідної) групи білковий обмін протікав більш інтенсивно, що відобразилось на збільшенні рівня загального білку в сироватці крові відносно контролю на 15,6 % ($P > 0,95$). Підвищення вмісту

загального білку в сироватці крові сприятливо впливає на формування м'язової тканини. Водночас абсолютне значення рівня альбумінової фракції у тварин II групи виявилось меншим на 10,2 %, ніж у аналогів I групи, що можна пояснити більш високою інтенсивністю росту молодняку свиней контрольної групи.

В організмі холестерин виконує дві функції: він входить до складу кліткових мембран у вигляді структурного компонента. Окрім того, у процесі синтезу є попередником таких стероїдів як жовчні кислоти, стероїдні гормони, вітаміни Д3. У зв'язку з цим, рівень холестерину є важливим показником синтетичної функції печінки. За результатами досліджень встановлено, що рівень холестерину в крові свиней як контрольної, так і дослідної груп перевищував встановлені норми на 12,3–16,0 %.

Сечовина є кінцевим продуктом обміну білків, основною складовою частиною залишкового азоту ссавців. Концентрація сечовини залежить від інтенсивності її синтезу та виведення, тому визначення вмісту сечовини є важливим тестом для оцінки як функції печінки, де вона синтезується, так і нирок, через які вона виводиться. Деяке збільшення синтезу сечовини у сироватці крові свиней дослідної групи відносно контролю можна пояснити більш інтенсивним білковим обміном, яке не виходить за рамки фізіологічної норми. Рівень вмісту сечовини в II групі перевищував контроль на 10,4 % ($P < 0,95$) і склав 3,60 ммоль/л.

В організмі тварин рівень глюкози – джерела енергії для забезпечення метаболічних процесів в організмі тварин – між молодняком свиней обох груп суттєво не різнився і становив 4,23–4,29 ммоль/л. Необхідно підкреслити, що незначне зменшення рівня глюкози у крові свиней дослідної групи на 1,4 % слід обґрунтувати в зниженні катаболізму в їх організмі амінокислот, які

Таблиця 3
Біохімічні показники крові свиней (n=3; M ± m)

Показники	Норма	Групи	
		I – контрольна	II – дослідна
Загальний білок, г/л	55–85	57,1 ± 2,54	66,0 ± 1,53*
Альбуміни Б, г/л	23–40	46,0 ± 1,48	41,3 ± 2,56
Холестерин, ммоль/л	2,1–3,5	4,06 ± 0,40	3,93 ± 0,45
Сечовина, ммоль/л	2,9–8,8	3,26 ± 0,18	3,60 ± 0,18
Глюкоза, ммоль/л	3,7–6,4	4,29 ± 0,82	4,23 ± 0,46
Креатинін, мкмоль/л	70–208	118,3 ± 13,74	136,7 ± 10,63
Білірубін, мкмоль/л	0,3–8,2	8,19 ± 0,51	8,46 ± 0,33
АЛТ, од/л	22–47	109,6 ± 16,34	89,3 ± 13,95
АСТ, од/л	15–55	98,4 ± 5,74	91,7 ± 4,21
Са, ммоль/л	2,5–3,5	3,31 ± 0,48	2,79 ± 0,22
Р, ммоль/л	1,8–3,0	1,83 ± 0,28	2,37 ± 0,21
К, ммоль/л	4,4–6,5	5,92 ± 0,44	4,16 ± 0,19*
Сl, ммоль/л	97–106	112,3 ± 2,85	100,0 ± 0,58*

є основними попередниками глюкози в моногастричних тварин, що підтверджується даними О.З. Огородник (Огородник, 2002).

Креатинін є продуктом біохімічних реакцій, що проходять у м'язових тканинах. У результаті цих процесів виробляється енергія, необхідна для м'язових скорочень, а креатинін – лише відхід, який виділяється в кров, фільтрується нирками і виводиться з сечею з організму. У наших дослідженнях вміст креатиніна знаходився в межах фізіологічної норми і був більшим у крові тварин дослідної групи на 15,5 %, ніж у контролі без статистично значущої міжгрупової різниці ($P < 0,95$). Підвищення креатиніну в крові свиней II (дослідної) групи, які споживали ГМ-сою, ймовірно пов'язане зі споживанням тваринами кормів раціону, багатого на легкозасвоювані протеїни або вказує на порушення роботи ниркового фільтру.

Білірубін є одним із кінцевих продуктів пігментного обміну. Як проміжний продукт витрат гемоглобіну, цей показник збільшився в крові тварин II групи відносно I групи на 3,3 % та перевищував верхню межу фізіологічної норми на 3,2 %. Збільшення кількості білірубину в сироватці крові спостерігається при захворюваннях, які супроводжуються гемолізом еритроцитів за рахунок збільшення у крові непрямого (вільного або не проведеного через печінку) білірубину і зумовлене запаленням печінки або її дистрофією.

Важливим показником функціонального стану печінки та інтенсивності перебігу процесів обміну речовин у тканинах є ферментативна активність плазми крові. Відомо, що аланін- та аспартатамінотрансфераза каталізують процеси переамінування амінокислот. Як видно з результатів досліджень плазми крові, інтенсивність процесів переамінування аланіну та аспарагінової кислоти в печінці молодняку свиней як дослідної групи, так і їх контрольних аналогів перебувала за межами фізіологічних коливань для цього виду тварин. Так, показ-

ники АЛТ і АСТ виявилися більшими за фізіологічну норму в 1,9–2,3 рази та 1,7–1,8 рази відповідно.

Оскільки мінеральні речовини надходять в організм з кормом і добавками, то дані щодо їхнього вмісту в крові свідчать про збалансованість раціонів тварин обох піддослідних груп за цими речовинами. Водночас суттєвої різниці в кількості Ca і P у сироватці крові між молодняком контрольної та дослідних груп не встановлено, але спостерігається тенденція до збільшення неорганічного Фосфору та зменшення Кальцію за використання в зерноsumіші ГМ-сої (II дослідна група). Як наслідок, у крові свиней дослідної групи відносно контролю спостерігається зниження кальцій-фосфорного співвідношення на 34,8 % (1,18 проти 1,81 відповідно), тоді як оптимальним є 1,51–2,08 :1.

За результатами досліджень встановлена статистично значуща міжгрупова різниця за вмістом у сироватці крові молодняку свиней макроелементів K і Cl, які виявилися меншими у тварин II групи на 29,7 % і 11,0 % ($P > 0,95$) відповідно, ніж у I групі.

Висновки. У роботі проведено аналіз морфологічних і біохімічних показників крові молодняку свиней за використання в їх раціонах різних високобілкових кормів – макухи соняшникової з люпином вузьколистим та генетично модифікованої екструдованої повножирової сої. Виходячи з отриманих результатів гематологічних досліджень, можна констатувати, що основні показники крові у свиней обох піддослідних груп знаходились в межах фізіологічної норми, за виключенням перевищення верхньої межі норми по сегментоядерних нейтрофілах, холестерину, АЛТ і АСТ. Водночас за використання для годівлі молодняку свиней ГМ-сої в крові тварин спостерігається вірогідне збільшення загального білку, гемоглобіну, тромбоцитів і тромбокриту за одночасного зменшення еритроцитів, лейкоцитів, кальцій-фосфорного співвідношення, K і Cl.

Бібліографічні посилання:

1. Cesta, M. F. (2006). Normal Structure, Function and Histology of the Spleen. *Toxicologic Pathology*, no.34, pp. 455–465. DOI:<https://doi.org/10.1080/01926230600867743>.
2. Eissa, M. I., El-Sherbiny, M.A., Ibrahim, A.M., Abdelsladiq, A., Mohamed, M.M., & El-Halawany, M.S. (2019). Biochemical and Histopathological studies on female and male Wistar rats fed on genetically modified soybean meals (Roundup Ready). *The Journal of Basic and Applied Zoology*, vol. 80, no. 54, 12 p. DOI:<https://doi.org/10.1186/s41936-019-0114-2>
3. Herman, R. A., Ekmay, R. D., Schafer, B. W., Brandon, P. S., Fast, J., Papineni, S., Shan, G., & Juberg, D.R. (2018). Food and feed safety of DAS-44406-6 herbicide-tolerant soybean. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 94, pp. 70–74. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.01.016>
4. Hilbeck, A., Meier, M., Rombke, J., Jänsch, S., Teichmann, H., & Tappeser, B. (2011). Environmental risk assessment of genetically modified plants – concepts and controversies. *Environmental Sciences Europe*, vol. 23, pp.1–13. DOI:<https://doi.org/10.1186/2190-4715-23-13>
5. Ibatullin, I. I., Zhukorsky, O. M., 2017. Metodolohiya ta orhanizatsiya naukovykh doslidzhen' u tvarynyntstvi: posibnyk [Methodology and organization of scientific research in animal husbandry: manual]. Kyiv : Ahrarna nauka, 328 (in Ukrainian).
6. ISAAA Brief 55-2019: Executive Summary (2020). Biotech Crops Drive Socio-Economic Development and Sustainable Environment in the New Frontier. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publication/briefs/55/executivesumm/default.asp>
7. Kulyk, Y. M., Kulyk, M. F., Khimich, O. V., Obertyukh, Yu. V., and Vlasenko, V. V., 2015. Zhodovuvannya porosyatam henetychno modyfikovanoyi soyi vprodovzh r'okh pokolin' vyklykaye vidsutnist' statevoho potyahu v knuriv [Feeding genetically modified soybeans to piglets for three generations causes a lack of sex drive in boars]. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohiyi*, no. 1(90), pp. 25–36. (in Ukrainian).
8. Kucheryavy, V.P., 2015. Vplyv novoyi kormovoyi dobavky na pokaznyky krovі molodnyaku svyney na vyroshchuvanni [The effect of a new feed additive on the blood parameters of young pigs in cultivation]. *Naukovyy visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Hzhys'koho*, vol. 17, no. 3 63), pp. 354–358. (in Ukrainian).

9. Kushnir, G. V., 2017. Analiz rezul'tativ doslidzhen' roslynnoi syrovyny ta kormiv dlya tvaryn za 2016 rik na nayavnist' henerychno modyfikovanykh roslin [Analysis of the results of research on plant raw materials and animal feed for 2016 for the presence of genetically modified plants]. *Naukovo-tekhnichnyy byuleten' derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrol'noho instytutu veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Institutu biolohiyi tvarun*, iss.18, no.1, pp. 86–90. (in Ukrainian).
10. Novakovska, V.Yu., 2020. Hematolohichnyy profil' krovi svyney za zhodovuvannya tselyulozoamilolitychnoyi dobavky [Hematological blood profile of pigs fed cellulose amyolytic supplement]. *Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktivnyy tvarynnystva*, no. 1, pp. 125–131. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-125-131>
11. Ogorodnyk, O. Z., 2002. Vplyv rivnya lizynu, metioninu i treoninu v ratsioni na obmin rechovyn ta vmist hormoniv u krovi svyney porody velyka bila kh landras [The influence of the level of lysine, methionine and threonine in the diet on metabolism and the content of hormones in the blood of pigs of the Great White x Landrace breed]. *Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk: spets. 03.00.04 «Biokhimiya»*. L'viv, 2002. 16 p.
12. Omelchenko, N.M., 2020 Vplyv nanochastynok Arhentumu na hospodars'ki ta fiziolohe-biokhimiichni pokaznyky laktuyuchykh koriv pry tryvaliy hodivli tradytsiynoyu ta transhennoyu soyeyu [Effect of Argentum nanoparticles on economic and physiological and biochemical indicators of lactating cows during long-term feeding with traditional and transgenic soy]. *Tvarynnystvo ta tehnolohiyi kharchovykh produktiv*, vol. 11, no.4, pp. 61–69. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.31549/animal2020.04.061>
13. Papineni, S., Murray, J., Ricardo, E., Dunville, C., Sura, R., & Thomas, J. (2017). Evaluation of the safety of a genetically modified DAS-44406-6 soybean meal and hulls in a 90-day dietary toxicity study in rats. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 109, pp. 245–252. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.08.048>
14. Papineni, S., Passage, J.K., Ekmay, R.D., & Thomas, J. (2018). Evaluation of 30% DAS-44406-6 soybean meal in a subchronic rat toxicity study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, vol. 94, pp. 57–69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.01.005>
15. Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennya: Zakon Ukrayiny vid 21.02.2006 r. №3447-IV: stanom na 21 bereznya 2021 r. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15> [On the protection of animals from cruel treatment: Law of Ukraine dated February 21, 2006 No. 3447-IV: as of March 21, 2021 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15>]
16. Smith, J. M. (2007). *Genetic Roulette. The documented health risks of genetically engineered foods*. Fairfield:Yes Books, 319.
17. Snell, C., Bernheim, A., Berge, 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 and Chemical Toxicology*, vol. 50, no. 3-4, pp.1134–1148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.11/048>
18. Swiatkiewicz, S., Swiatkiewicz, M., Arczewcka-Wlosek, A., & Jozefiak, D. (2014). Genetically modified feeds and their effect on the metabolic parameters of food-producing animals: a rewire of recent studies. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 198, pp. 1–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.09.009>
19. Zinoviev, S. G., 2014. Deyaki biokhimiichni pokaznyky krovi svyney pry vykorystanni HM-soyi v yikh ratsionakh [Some biochemical indicators of the blood of pigs when using GM soybeans in their diets]. *Biolohiya tvaryn*, vol. 16, no. 1, pp. 76–82. (in Ukrainian).
20. Zinoviev, S. G., Semenov, S. O., Bindyug, O. A., and Bindyug, D. O., 2016. Bilkovyy profil' krovi svyney za zhodovuvannya yim HM-soyi [Blood protein profile of pigs fed GM soybeans]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny*, no. 4(61), pp. 1–11. [in Ukrainian]. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2016.04/027>

Savchuk I. M., Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher Officer, Polissia Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Zhytomyr, Ukraine

Kovalova S. P., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher Officer, Polissia Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Zhytomyr, Ukraine

Hematological indicators of pigs using genetically modified soybeans in the ration

World science has enough data indicating the existence of potential and real biological risks during the commercial use of transgenic feed. In experimental studies on laboratory and farm animals, the negative influence of genetically modified feed on the morpho-functional state of their organs and body systems, reproductive function, immune status, and biochemical indicators of blood and urine was revealed. The purpose of this paper was to analyze the morphological and biochemical blood parameters of young pigs for the use of different high-protein feeds in their ration – sunflower cake with narrow-leaved lupine and genetically modified extruded full-fat soybeans. Experimental studies were conducted on the territory of the Institute's physiological yard in the conditions of the III zone of radioactive contamination due to the accident at the Chornobyl NPP. For this purpose, 2 groups of young pigs with 7 heads each were formed: 1st group (control) – was fed by grain mixture №1 with narrow-leaved lupine (alkaloid-free) and sunflower cake; 2nd group (experimental) received grain mixture №2 with genetically modified soybean.

Morphological blood tests were performed using the haematological analyzer Abacus Vet 5, and biochemical tests were performed using the semi-automatic biochemical analyzer Cherm 7 and DAC reagents. According to the results of haematological studies, it was established that the main indicators of blood in pigs of both experimental groups were within the physiological norm, in exception for exceeding the upper limit of the norm for segmented neutrophils, cholesterol, ALT and AST. At the same time, when feeding young pigs with a grain mixture containing 10 % (by weight) of genetically modified soybeans, an increase in total protein content in the blood of animals by 15.6 %, hemoglobin – by 12.7 %, platelets – by 2, 1 times and thrombocrit – by 0.07 % absolute ($P>0.95-0.999$). At the same time, the number of erythrocytes, leukocytes – 27.2, $K - 29.3$ and $Cl -$ by 10.0% decreases in the blood of animals of the experimental group relative to the control ($P>0.95-0.99$).

Key words: young pigs, genetically modified soybean, blood, haematological indicators.