

УДК 636.084/085:636.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.54>

## ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ БУГАЙЦІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ В РАЦІОНІ

**Саєчук І.М.** – д.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач відділу тваринництва,

Інститут сільського господарства Полісся

Національної академії аграрних наук України

**Ковальова С.П.** – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувачка лабораторії агрохімічних досліджень,

екологічної безпеки земель та якості продукції,

Інститут сільського господарства Полісся

Національної академії аграрних наук України

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 бугайців за використання в їх раціонах різних високобілкових кормів – люпину вузьколистого 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 молодяку ВРХ по 7 голів у кожній: I група (контрольна) – годувували зерносуміш №1 з люпином вузьколистим (безалкалоїдним); II група (дослідна) – отримувала зерносуміш №2 з генетично модифікованою соєю.

Морфологічні дослідження крові проведені з використанням гематологічного аналізатора Abacus Vet 5, а біохімічні – напівавтоматичного б/х аналізатора Chert 7, реактиви DAC.

За результатами гематологічних досліджень встановлено, що основні показники крові у бугайців обох піддослідних груп знаходились в межах фізіологічної норми, за виключенням перевищення верхньої межі норми глюкози, АЛТ і АСТ та менше нижньої межі норми гемоглобіну, гематокриту, тромбоцитів та їх середнього об'єму і загального білку. Водночас за використання для годівлі молодяку ВРХ зерносуміші, до складу якої входило 30 % (за масою) генетично модифікованої сої, в крові тварин спостерігається вірогідне зменшення лейкоцитів, еозинофілів, моноцитів, амілази, АЛТ, Са і К за одночасного збільшення Р.

**Ключові слова:** бугайці, зерносуміш, генетично модифікована соя, кров, гематологічні показники.

### **Savchuk I.M., Kovalyova S.P. Hematological indicators of young bulls fed with genetically modified soybeans**

The global scientific community has amassed sufficient data indicating the potential and real biological risks associated with the commercial use of transgenic feeds. Experimental studies on laboratory and agricultural animals have demonstrated the negative impact of genetically modified feeds on the morphofunctional state of their organs and systems, reproductive function, immune status, as well as biochemical parameters of blood and urine.

This article aimed to analyse the morphological and biochemical parameters of the blood of young bulls when different high-protein feeds – narrow-leaved lupine and genetically modified extruded full-fat soybeans – were included in their diets. The experimental studies were conducted at the physiological yard of the Institute within the third zone of radioactive contamination

resulting from the Chernobyl nuclear disaster. Two groups of young cattle, each consisting of 7 representatives, were formed for the experiment: the first group (control) was fed grain mix №1 with narrow-leaved lupine (non-alkaloid); the second group (experimental) received grain mix №2 with genetically modified soybeans.

Morphological studies of the blood were conducted using the Abacus Vet 5 haematology analyzer, while biochemical studies were performed using the Cherm 7 semi-automatic biochemical analyzer with DAC reagents.

The results of the haematological studies showed that the main blood indicators in young bulls of both experimental groups were within the physiological norm, except for an excess of the upper limit of glucose, ALT, and AST, and a decrease below the lower limit of haemoglobin, haematocrit, platelets, their average volume, and total protein. Meanwhile, when 30% (by weight) of genetically modified soybeans were included in the grain mix fed to young cattle, a significant reduction in leukocytes, eosinophils, monocytes, amylase, ALT, Ca, and K was observed in the blood of the animals, along with an increase in phosphorus.

**Key words:** young bulls, grain mix, genetically modified soybeans, blood, haematological indicators.

**Постановка проблеми.** Широкого розповсюдження у сільському господарстві набула неперевершена високотехнологічна білкова культура соя, завдяки використанню якої вирішується питання забезпечення тварин якісним рослинним білком. Відомо, що за складом незамінних амінокислот останній не поступається білку тваринного походження, і навіть за певними критеріями має переваги: амінокислоти сої легше виділяються і засвоюються в організмі [1, 2]. Для підвищення її урожайності та технологічності, застосовуючи методи генної інженерії, було створено сою, яка набула нові властивості. Водночас, питання безпечності застосування генетично-модифікованої сої у якості корму для сільськогосподарських тварин і птиці залишається відкритим [3, 4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** 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 [5]. 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 [6].

За даними американських вчених [7-9], які упродовж 90 діб вивчали вплив ГМ-сої DAS-44406-6 на щурів, толерантної до 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-Д), гліфосату та глюфосинатних гербіцидів, не виявили жодних вірогідно підтверджених побічних ефектів, пов'язаних із споживанням раціону, що містив 15 % та 30 % соєвої складової за масою. Водночас, за повідомленням Мандигри М.С. зі співавторами [10], довгострокове надходження (упродовж 90 діб) на відміну від короткострокового (упродовж 21-45 діб) до організму лабораторних мишей сої лінії топ 89788, призводить до негативних результатів: виявлено патолого-анатомічні зміни в печінці та шлунково-кишковому тракті. За біохімічними маркерами встановлено важке порушення функціонального стану печінки, що проявилось підвищенням активності аланінамінотрансферази на всіх строках дослідження, збільшенням концентрації  $\alpha$ -глобулінів, на 21 добу досліді помірне зростання  $\beta$ -глобулінів, а також вірогідне підвищення вмісту загального білка на 90 добу. А за повідомленням С.Г. Зінов'єва [11], введення 10 % генетично модифікованої сої в раціон молодняка 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.

Протилежні результати отримані у дослідженнях зарубіжних авторів. Так, на підставі огляду літературних джерел вчені [12, 13] дійшли висновку, що немає чітких доказів того, що корми, які складаються з ГМ-культур першого покоління, мають негативний вплив на здоров'я жуйних тварин, свиней та птиці. Зокрема аналізували: стан тіла, масу органів, біохімічні показники сироватки крові, гематологічні, гістопатологічні показники, імунну відповідь або мікробіоту шлунково-кишкового тракту. Під час експерименту не спостерігали явних негативних клінічних симптомів у тварин, які споживали ГМ-корми.

За даними Н.М. Омельченко [14], тривале споживання кормів раціону з умістом трансгенної сої здійснює певний негативний вплив на життєздатність експериментальних тварин. Це проявляється зменшенням кількості новонароджених телят і збереженого приплоду у віці 1 міс., зростанням числа мертвнонароджених телят, підвищенням активності АлАТ та лужної фосфатази сироватки крові.

Виходячи з аналізу літературних джерел стає ймовірним, що остаточної відповіді про безпечність харчових ГМ рослин для організму тварин світовим науковим співтовариством ще не отримано [15]. За понад 20 років комерційного використання генетично модифікованих продуктів було проведено досить значну кількість експериментів, в основному, на лабораторних тваринах [16, 17]. Окрім того, 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 раціонах трансгенної продукції та відсутність єдиної думки про безпечність ГМ-продуктів, зумовлюють необхідність тривалих досліджень для встановлення віддалених наслідків впливу ГМ-сої на організм тварин і, відповідно, людини.

**Мета досліджень:** провести порівняльний аналіз впливу зерноsumішей, до складу яких входили різні високобілкові корми – люпин вузьколистий та генетично модифікована соя, на морфологічні і біохімічні показники крові бугайців.

**Постановка завдання.** Експериментальні дослідження на молодняку великої рогатої худоби української чорно-рябої молочної породи проводили на території фізіологічного двору Інституту сільського господарства Полісся НААН. Для проведення досліді сформовано 2 групи бугайців за методом збалансованих груп згідно з методичними положеннями Ібагуліна І.І. і Жукорського О.М. [18]. Згідно зі схемою досліді, молодняк ВРХ І (контрольної) групи отримувал господарський раціон, який складався із силосу різнотравного, сіна злакового, солі кухонної та зерноsumіші №1 (дерть пшенична – 40 % за масою, тритикале – 30, дерть люпинова – 30 % за масою). Різниця в годівлі піддослідних тварин в основний період досліді полягала в тому, що молодняк І (контрольної) групи отримувал корми раціону як і в порівняльний період експерименту. Водночас бугайцям ІІ (дослідної) групи 40 % дерті пшеничної (за масою) в складі раціону замінювали на 40 % дерті кукурудзи, а також 30 % дерті люпинової – на таку ж саму кількість генетично модифікованої екструдованої сої.

Кров для досліді відбирали із яремної вени від 4 тварин із кожної групи вранці до ранкової годівлі. В крові визначали: еритроцити та гемоглобін, лейкоцити, гематокрит, загальний білок, еозинофіли, базофіли, лімфоцити, моноцити, тромбоцити, тромбокрит, Са, Р, К, АЛТ, АСТ, глюкозу, холестерин, креатинін, сечовину, амілазу, білібурін. Морфологічні досліді крові проведені з використанням гематологічного аналізатора Abacus Vet 5, а біохімічні – напівавтоматичного б/х аналізатора Chem 7, реактиви DAC.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одержані в ході експерименту дані свідчать, що за згодовування молодняку ВРХ зерноsumішей різного складу спостерігається деякі зміни морфологічних показників крові (табл. 1). Так, в умовах хронічного надходження  $^{137}\text{Cs}$  в організм бугайців як дослідної, так і контрольної груп відмічено цілком достатній рівень еритроцитів у крові, які становили 6,43-6,51 Т/л за фізіологічної норми 5,0-7,5 Т/л.

Кількість гемоглобіну в крові є показником інтенсивності окисно-відновних процесів [19]. Водночас згодовування тваринам дослідної групи у складі зерноsumіші ГМ-сої (30 % за масою) зумовило зниження концентрації гемоглобіну в їх крові відносно контролю на 2,7 %, лейкоцитів – на 22,8 % ( $P>0,95$ ). Слід відзначити, що кількість гемоглобіну у крові бугайців обох груп виявилася меншою нижньої межі фізіологічної норми на 0,5-3,2 %, тоді як кількість лейкоцитів у молодняку I групи була більшою за верхню межу фізіологічної норми на 14,9 %.

Таблиця 1

**Морфологічні показники крові бугайців (n=4;  $M \pm m$ )**

Показники	Норма	Групи	
		I – контрольна	II – дослідна
Еритроцити, Т/л	5,0-7,5	6,43 ± 0,03	6,51 ± 0,42
Гемоглобін, г/л	95-125	94,5 ± 1,71	92,0 ± 4,07
Гематокрит, %	35-45	32,6 ± 0,73	32,3 ± 0,36
Лейкоцити, Г/л	6-12	13,8 ± 0,88	10,6 ± 0,46*
Еозинофіли, кл/л		0,31 ± 0,04	0,17 ± 0,02*
Базофіли, кл/л		0,095 ± 0,031	0,062 ± 0,005
Лімфоцити, кл/л	4,0-10,0	8,74 ± 0,93	7,30 ± 0,50
Моноцити, кл/л		1,33 ± 0,14	0,73 ± 0,19*
Тромбоцити, Т/л	300-700	227,7 ± 26,0	250,7 ± 41,1
Середній об'єм тромбоцитів, фл.	7,5-11,0	5,42 ± 0,15	5,72 ± 0,10
Тромбокрит, %	0,1-0,4	0,125 ± 0,015	0,117 ± 0,039

Примітка: \* $P>0,95$ .

Величина гематокриту в піддослідних тварин знаходилася практично на одному рівні і її середнє значення коливалося в межах 32,3-32,6 %, що дещо менше за фізіологічну норму.

Необхідно зазначити, що співвідношення формених елементів лейкоцитів крові у бугайців II групи відносно ровесників I групи було значно меншим: еозинофілів – на 45,2 % ( $P>0,95$ ), базофілів – на 34,7 % ( $P<0,95$ ). У крові тварин II (дослідної) групи порівняно з I групою встановлено також менший вміст лімфоцитів на 16,5 % та зменшення кількості моноцитів на 45,1 % за статистично значущої міжгрупової різниці ( $P>0,95$ ).

Тромбоцити беруть участь у згортанні крові та виконують захисні реакції. У нормі для молодняку ВРХ число тромбоцитів знаходиться в межах 300-700 Т/л, у бугайців як контрольної, так і дослідної груп цей показник виявився меншим фізіологічної норми на 16,4-24,1 %. За використання у складі зерноsumіші ГМ-сої кількість тромбоцитів у крові тварин II групи відносно ровесників I групи збільшується на 10,1 % при  $P<0,95$ . Середнє значення об'єму вимірянних тромбоцитів контрольної групи становить 5,42 фл., дослідної – 5,72 фл., що значно менше нижньої межі фізіологічної норми. У бугайців II групи цей показник збільшився на 5,5 % порівняно з контролем ( $P<0,95$ ).

Тромбоцит як параметр клінічного аналізу крові відображає частку периферичної крові, яку займають кров'яні пластинки – тромбоцити. У нормі для ВРХ тромбоцит становить від 0,1 до 0,4 %. У тварин I (контрольної) групи тромбоцит становив 0,125 %, у II (дослідної) – 0,117 %, тобто зменшився на 0,008 % абс. порівняно з контролем.

У процесі проведення експерименту нами було визначено біохімічний склад крові (табл. 2). Показники загального білку в сироватці крові свідчать про цілком достатній рівень протеїнового живлення молодняка великої рогатої худоби на відгодівлі обох піддослідних груп. Водночас необхідно відзначити, що у бугайців II (дослідної) групи білковий обмін протікав менш інтенсивно, що відобразилось на зменшенні рівня загального білку в сироватці крові відносно контролю на 7,2 % ( $P < 0,95$ ).

Рівень холестерину у сироватці крові бугайців є важливим показником синтетичної функції печінки. За результатами досліджень встановлено, що вміст холестерину в крові молодняка ВРХ як контрольної, так і дослідної груп не перевищував встановлені норми і коливався в розрізі піддослідних груп в межах 3,97-4,17 ммоль/л. Цей показник у тварин II групи на 4,8 % менше, ніж у ровесників I групи.

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. Рівень вмісту сечовини в сироватці крові бугайців II групи перевищував контроль на 5,2 % ( $P < 0,95$ ) і склав 3,64 ммоль/л.

Таблиця 2

**Біохімічні показники крові бугайців (n=4; M ± m)**

Показники	Норма	Групи	
		I – контрольна	II – дослідна
Загальний білок, г/л	70,0-85,0	62,73 ± 4,99	58,20 ± 1,44
Холестерин, ммоль/л	2,3-4,5	4,17 ± 0,27	3,97 ± 0,34
Сечовина, ммоль/л	3,5-6,0	3,46 ± 0,22	3,64 ± 0,16
Амілаза, од/л		1569 ± 122	870 ± 38**
Глюкоза, ммоль/л	2,5-3,5	4,01 ± 0,66	5,27 ± 0,51
Креатинін, мкмоль/л	80,0-130,0	128,1 ± 13,67	124,3 ± 4,59
Білірубін, мкмоль/л	1,71-10,3	8,23 ± 0,48	8,53 ± 0,45
АЛТ, од/л	10-30	81,6 ± 1,72	73,8 ± 0,51*
АСТ, од/л	10-50	95,0 ± 5,28	95,9 ± 2,06
Са, ммоль/л	2,4-3,2	3,54 ± 0,18	2,96 ± 0,04*
Р, ммоль/л	1,5-2,2	1,69 ± 0,12	2,10 ± 0,02*
К, ммоль/л	4,0-5,1	5,61 ± 0,32	3,77 ± 0,10**

Примітка: \* $P > 0,95$ ; \*\* $P > 0,99$ .

Амілаза – фермент, який приймає активну участь в процесі травлення, вона розщеплює вуглеводи, сприяючи їх всмоктуванню в кров. У сироватці крові тварин II групи відмічено вірогідне зниження вмісту амілази відносно ровесників I групи на 44,6 % ( $P > 0,99$ ).

В організмі тварин рівень глюкози – джерела енергії для забезпечення метаболічних процесів в організмі тварин – між молодняком ВРХ обох груп дещо різнився і становив 4,01-5,27 ммоль/л, що значно більше фізіологічної норми. Варто зазначити, що збільшення рівня глюкози у крові бугайців дослідної групи



відносно контролю на 31,4 % можна пояснити ураженнями печінки внаслідок негативної дії ГМ-сої, що призводить до порушення процесів глікогенолізу та глюконеогенезу.

Як і сечовина, креатинін – показник роботи нирок, бере участь в енергетичному обміні тканин. У наших дослідженнях вміст креатиніна знаходився в межах фізіологічної норми (124,3-128,1 мкмоль/л) і був меншим у сироватці крові тварин дослідної групи на 3,1 %, ніж у контролі без статистично значущої міжгрупової різниці ( $P < 0,95$ ).

Білірубін є одним із кінцевих продуктів пігментного обміну. Як проміжний продукт витрат гемоглобіну, цей показник збільшився в сироватці крові бугайців II групи відносно ровесників I групи на 3,6 % та знаходився в межах фізіологічної норми.

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 ВРХ як дослідної групи, так і їх контрольних аналогів перебувала за межами фізіологічних коливань для цього виду тварин. Так, показники АЛТ і АСТ виявилися більшими за фізіологічну норму в 2,46-2,72 рази та 1,90-1,92 рази відповідно. Підвищена ферментативна активність АЛТ та АСТ у сироватці крові може бути проявом запальних процесів в організмі тварин, захворювання серця та печінки, травм скелетних м'язів, гепатиту тощо [20].

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 встановлена суттєва різниця в кількості Са і Р у сироватці крові молодняку великої рогатої худоби. Так, за використання для годівлі бугайців II (дослідної) групи зерноsumіші №2 з ГМ-соєю відносно ровесників I (контрольної) групи спостерігається зменшення концентрації Са в сироватці крові на 16,4 % ( $P > 0,95$ ) та збільшення Р на 24,3 % ( $P > 0,95$ ). Як наслідок, у крові тварин дослідної групи відносно контролю спостерігається зниження кальцій-фосфорного співвідношення на 32,5 % (1,41 проти 2,09 відповідно), тоді як оптимальним є 1,51-2,08:1 (рисунки 1).

Референтні значення калію в сироватці крові молодняку ВРХ знаходяться на рівні 4,0-5,1 ммоль/л. За результатами досліджень встановлена статистично значуща міжгрупова різниця за вмістом у сироватці крові бугайців макроелементу К, рівень якого виявився меншим у тварин II групи на 32,8 %, ніж у I групі ( $P > 0,99$ ). Зменшення концентрації К в сироватці крові бугайців спостерігається за його дефіциту в кормах, втраті через шлунково-кишковий тракт або посиленій екскреції нирками.

**Висновки.** Виходячи з отриманих результатів гематологічних досліджень, можна констатувати, що основні показники крові у бугайців обох піддослідних груп знаходились в межах фізіологічної норми, за виключенням перевищення верхньої межі норми глюкози, АЛТ і АСТ та менше нижньої межі норми гемоглобіну, гематокриту, тромбоцитів та їх середнього об'єму і загального білку. Водночас за використання для годівлі молодняку великої рогатої худоби зерноsumіші №2, до складу якої входила генетично модифікована соя, в крові тварин спостерігається вірогідне зменшення лейкоцитів, еозинофілів, моноцитів, амілази, АЛТ, Са і К за одночасного збільшення Р.

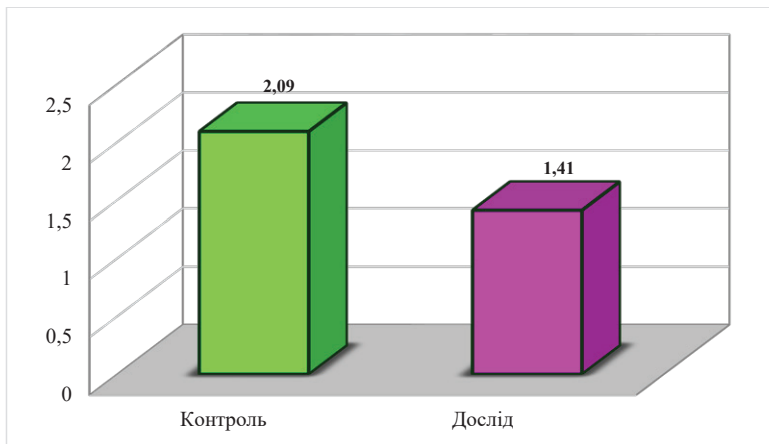


Рис. 1. Кальцій-фосфорне співвідношення в сироватці крові бугайців

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чорнолата Л.П., Килимнюк О.І., Германюк О.А. Порівняння поживної цінності продуктів переробки сої та використання їх у годівлі свиней. *Вісник аграрної науки*. 2015. №2. С. 32-36.
2. Скарєднов Д.Ю. Використання продукту поглибленої гідротермічної обробки сої при відгодівлі свиней на м'ясо: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів». Біла Церква, 2017. 20 с.
3. Кулик Я.М., Кулик М.Ф., Хіміч О.В., Обертюх Ю.В., Власенко В.В. Згодювання поросятam генетично модифікованої сої впродовж трьох поколінь викликає відсутність статевого потягу в кнурів. *Аграрна наука та харчові технології*. 2015. № 1(90). С. 25-36.
4. Carman J.A., Vlieger H.R., Ver Steeg L.J., Sneller V.E., Robinson G.W. A long-term toxology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *Journal of Organic Systems*. 2013. Vol. 8. No.1. P. 38-54. <https://hdl.handle.net/2440/85460>.
5. 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>.
6. Кушнір Г.В. Аналіз результатів досліджень рослинної сировини та кормів для тварин за 2016 рік на наявність генетично модифікованих рослин. *Науково-технічний бюлетень державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин*. 2017. Вип.18. №1. С. 86-90.
7. Papineni S., Passage J.K., Ekmay R.D., Thomas J. Evaluation of 30% DAS-44406-6 soybean meal in a subchronic rat toxicity study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2018. Vol. 94. P. 57-69. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.01.005>.
8. Papineni S., Murray J., Ricardo E., Dunville C., Sura R., Thomas J. 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*. 2017. Vol. 109. p.1. P. 245-252. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.08.048>.
9. Herman R.A., Ekmay R.D., Schafer B.W., Brandon P.S., Fast J., Papineni S., Shan G., Juberg D.R. Food and feed safety of DAS-44406-6 herbicide-tolerant soy-

bean. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2018. Vol. 94. P. 70-74. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.01.016>.

10. Мандигра М.С., Долецький С.П., Куцан О.Т., Шевцова Г.М., Романько М.Є., Оробченко О.Л., Герілович І.О. Вивчення впливу генно-модифікованої сої лінії мон 89788 на організм лабораторних тварин. *Вісник аграрної науки*. 2018. №9. С. 32-38. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201809-05>.

11. Зінов'єв С.Г. Деякі біохімічні показники крові свиней при використанні ГМ-сої в їх раціонах. *Біологія тварин*. 2014. Т.16. №1. С. 76-82.

12. Clazien J. de Vos, Swanenburg M. Health effect of feeding genetically modified (GM) crops to livestock animals: A review. *Food and Chemical Toxicology*. 2018. Vol. 117. P. 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.08.031>.

13. Swiatkiewicz S., Swiatkiewicz M., Arczewcka-Wlosek A., Jozefiak D. Genetically modified feeds and their effect on the metabolic parameters of food-producing animals: a rewire of recent studies. *Animal Feed Science and Technology*. 2014. Vol. 198. P.1-19. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.09.009>.

14. Омельченко Н.М. Вплив наночастинок Аргентуму на господарські та фізіолого-біохімічні показники лактуючих корів при тривалій годівлі традиційною та трансгенною соєю. *Тваринництво та технології харчових продуктів*. 2020. Т.11. №4. С. 61-69. <https://doi.org/10.31549/animal2020.04.061>.

15. Hilbeck A., Meier M., Rombke J., Jänsch S., Teichmann H., Tappeser B. Environmental risk assessment of genetically modified plants – concepts and controversies. *Environmental Sciences Europe*. 2011. 23:13. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-23-13>.

16. Eissa M.I., El-Sherbiny M.A., Ibrahim A.M., Abdelsladik A., Mohamed M.M., El-Halawany M.S. 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*. 2019. Vol. 80. No. 54. 12 p. <https://doi.org/10.1186/s41936-019-0114-2>.

17. Snell C., Bernheim A., Berge J.-B., Kuntz M., Pascal G., Paris A., Ricroch A.E. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review. *Food and Chemical Toxicology*. 2012. Vol. 50. No.3-4. P.1134-1148. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.11/048>.

18. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І. І. Ібатулліна, О. М. Жукорського. Київ : Аграр. наука, 2017. 328 с.

19. Piotr Minias. The use of haemoglobin concentrations to assess physiological condition in birds: a review. *Conservation Physiology*. 2015. Vol. 3, issue 1. P. 1-15. <https://doi.org/10.1093/conphys/cov007>.

20. Шевченко Т.С. Біохімічні показники сироватки крові молодняка великої рогатої худоби за трихурозної інвазії. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. №3. С. 66-68.