

## ГЛІКОПРОТЕЇНИ ТА ІМУНОБІОЛОГІЧНИЙ СТАТУС КРОВІ ТЕЛИЦЬ У ПЕРІОД ФОРМУВАННЯ ТРАВЛЕННЯ В ПЕРЕДШЛУНКАХ І ВИПОЮВАННЯ СОЄВОГО МОЛОКА

О. П. Долайчук, Р. С. Федорук, І. І. Ковальчук

Інститут біології тварин НААН

*У статті наведено результати досліджень вмісту глікопротеїнів та їх окремих вуглеводних компонентів, білкових молекул середньої маси та циркулюючих імунних комплексів у крові телиць за введення в раціон соєвого молока з бобів натуральної та ГМ-сої. Встановлено, що випоювання соєвого молока не мало суттєвого впливу на гематологічні показники крові телиць дослідних груп. Вміст молекул середньої маси, циркулюючих імунних комплексів, а також глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів (гексоз, зв'язаних з білками, фукози, церулоплазмину) у крові телиць дослідних груп був в окремі періоди вищим порівняно з концентрацією їх у крові тварин контрольної групи. Вищий рівень вказаних показників у крові тварин дослідних груп свідчить про активування імунобіологічної системи цих тварин як у період випоювання соєвого молока, так і впродовж наступних двох місяців життя.*

**Ключові слова:** ГЛІКОПРОТЕЇНИ, ЦИРКУЛЮЮЧІ ІМУННІ КОМПЛЕКСИ, БІЛКОВІ МОЛЕКУЛИ СЕРЕДНЬОЇ МАСИ, ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ТЕЛИЦІ, «СОЄВЕ МОЛОКО», ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНА СОЯ

У наш час все більше в якості кормів для тварин використовуються генетично модифіковані (ГМ) рослини. Найпоширенішою з них є соя, що використовується не лише у тваринництві, але й у харчовій промисловості та медицині. У багатьох країнах для підвищення врожайності та покращення біологічної цінності зерна сої використовуються ГМ-сорти даної культури. Станом на 2010 р трансгенна соя від загальної площі посівів у світі (95 млн. га), становить — 77 % [1]. Однак широке використання ГМ компонентів у харчуванні має низку застережень. Зокрема, виявлений негативний вплив ГМО на організм ссавців. Найбільш відомими є дослідження проведені на щурах, яким згодовували ГМ-картоплю і ГМ-горох [2, 3]. Було показано, що вказані корми пригнічують імунну систему, призводять до патологічних змін внутрішніх органів та зменшення маси тіла дослідних тварин. Подібні результати отримані при вивченні впливу ГМ-картоплі на організм щурів. При цьому, крім морфологічних змін внутрішніх органів, було зафіксоване зменшення вмісту гемоглобіну у крові тварин дослідних груп порівняно з контролем [4]. Негативний вплив генетично модифікованої сої встановлено на репродуктивну функцію тварин [5–7]. ГМ-продукти підвищують смертність потомства першого покоління тварин та зумовлюють патологічні зміни у сім'яниках дорослих самців щурів та мишей. Крім того, згодовування ГМ-гороху мишам викликає у них запалення легень та змінює стан імунної системи [8]. Проте, значно більша кількість досліджень свідчить про відсутність достовірного впливу ГМО на організм тварин, або ж про рівноцінність натуральних та ГМ-кормів. Зокрема, це дослідження вчених Kilic про вплив генетично модифікованої кукурудзи на репродуктивну функцію щурів [9], Denise — на розвиток тестикул у мишей [10], Teshima — вплив ГМ-сої на імунну систему щурів і мишей [11]. Не було отримано вірогідних різниць в крові, тканинах і органах щурів яким згодовували ГМ-картоплю порівняно з контролем у дослідженнях японських вчених [12]. За згодовування концентрату соєвого білка з ГМ-сої, біохімічні і гематологічні показники крові щурів, залишалися в межах норми і не відрізнялися від таких контрольної групи [13]. Серед статей в яких досліджується вплив ГМО на організм тварин зустрічаються і такі, які свідчать про позитивний вплив ГМО. Так, при вивченні стану організму курей-бройлерів за умов згодовування ГМ-кукурудзи, показники фізіологічного стану організму птиці були в межах норми і при цьому достовірно зростав забійний вихід курей-бройлерів, раціони яких містили генетично модифіковані компоненти [14]. При вивченні впливу пилку з ГМ-груші на бджіл, було зафіксовано підвищення їх продуктивності [15].

Отже, незважаючи на багаторічний досвід використання кормів з ГМ-рослин у тваринництві, зберігаються не повністю з'ясовані механізми їх фізіологічного впливу на організм. Метою виконаних досліджень ставили вивчення випоювання ремонтним телицям соєвого молока, що виготовлялося з бобів натуральної і ГМ-сої, на імунобіологічний стан і ріст організму впродовж 9 місяців життя і переходу на рослинні корми.

### Матеріали і методи

Дослідження провели на теличках української червоно-рябої молочної породи, з яких у віці 2-ох місяців було сформовано три групи тварин, по 8 голів у кожній. Тварини І групи (контрольної) утримувалися на раціоні з випоюванням в молочний період 360 кг натурального і 600 кг збираного молока. Телички ІІ групи одержували взамін збираного молока соєве молоко, в кількості, рівній за

поживністю збираному молоку, що вилучалося з раціону (5–6 кг/добу), яке було виготовлене з бобів нативної сої сорту «Чернівецька 9». Тварини III групи одержували соєве молоко з бобів генетично-модифікованої сої за схемою другої групи. За періодами досліджень від тварин з кожної групи, а саме на 2- місяці (підготовчий період), а також на 4, 5 (дослідний період) і 7-му місяцях життя (для вивчення післядії), відбиралися зразки венозної крові для фізіолого-біохімічних досліджень.

У крові досліджували: кількість еритроцитів колориметричним методом [16] та лейкоцитів підрахунком на сітці Горяєва, концентрацію гемоглобіну за геміглобінціанідним методом і загального білка біуретовим методом [17], показники стану імунної системи — вміст циркулюючих імунних комплексів (ЦК) за методом Гриневича [18] та молекул середньої маси (МСМ) за методом Николайчика [19]. Також у крові визначали показники глікопротеїнового статусу [20] — вміст фукози за методом Діше, гексоз, зв'язаних з білками та сероглікоїдів орциновим методом, сіалових кислот за Свеннерхольмом, церулоплазміну методом Равіна та гаптоглобіну за Карінеком [21]. За періодами досліджень проводили визначення маси тіла шляхом зважування тварин. Цифрові дані опрацьовані статистично з визначенням t критерію Стюдента.

### Результати й обговорення

Випоювання теличкам соєвого молока з нативної сої зумовлювало зміни показників глікопротеїнового обміну в крові теличок обох дослідних груп з відмінностями в окремі вікові періоди. Зокрема, вміст гексоз, зв'язаних з білками у крові тварин III групи вірогідно підвищувався на 22 % на 4-му ( $p < 0,05$ ) місяці життя тварин, тоді як на 5 та 7-му місяцях спостерігалася тенденція до підвищення цього показника на 9 та 11 %, відповідно (табл. 1). У тварин, яким випоювали соєве молоко з нативної сої, вміст гексоз, зв'язаних з білками не зазнавав вірогідних змін, проте спостерігалася аналогічна тенденція до підвищення їх вмісту у крові на 4 і 7-му місяцях життя тварин порівняно з контролем. Однак, концентрація сероглікоїдів, гаптоглобіну і сіалових кислот вірогідно не змінювалася в крові тварин обох дослідних груп впродовж дослідного періоду порівняно до їх рівня у крові телиць контрольної групи. Це може вказувати на імунобіологічні відмінності фізіологічного впливу компонентів соєвого молока, що пов'язаний з імуноглікопротеїновими комплексами.

Таблиця 1

**Вміст глікопротеїнів та їх вуглеводних компонентів у крові телиць за випоювання соєвого молока з нативної та трансгенної сої ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )**

Показники	Група	Вік тварин, місяць			
		2	4	5	7
Гексози зв'язані з білками, г/л	I	1,34±0,058	1,18±0,055	1,17±0,023	1,29±0,0657
	II	1,37±0,071	1,29±0,065	1,14±0,013	1,46±0,069
	III	1,30±0,050	1,44±0,079*	1,28±0,057	1,43±0,086
Сероглікоїди, г/л	I	0,153±0,0051	0,158±0,0140	0,129±0,0030	0,115±0,0089
	II	0,150±0,076	0,148±0,0127	0,137±0,0035	0,129±0,0088
	III	0,160±0,0076	0,180±0,009	0,135±0,0033	0,134±0,0059
Гаптоглобін, г/л	I	1,481±0,0205	1,502±0,035	1,176±0,0923	1,429±0,0136
	II	1,425±0,0578	1,281±0,113	1,092±0,0553	1,502±0,0500
	III	1,435±0,0586	1,400±0,0826	1,169±0,0639	1,400±0,0569
Фукоза, мг%	I	5,04±0,552	5,06 ±0,257	6,90 ±0,047	8,50±0,482
	II	5,01±0,459	6,11 ±0,212*	9,66 ±0,570**	9,26±0,194
	III	4,98±0,773	5,39 ±0,166	7,11 ±0,375	9,35±0,280
Сіалові кислоти, у.о.	I	98,2±6,56	104,2±5,17	109,4±4,03	101,8±4,37
	II	100,2±8,06	102,0±8,04	108,4±5,77	110,8±5,62
	III	95,2±6,27	100,2±4,63	105,0±7,00	106,5±7,31
Церулоплазмін, у.о.	I	279,0 ±8,73	263,0±9,04	241,8 ±9,23	273,5 ±6,09
	II	287,2 ±9,39	319,4±22,94	282,2 ±10,21*	292,0 ±4,04*
	III	269,4 ±19,83	364,6±19,34**	290 ±12,11*	304,0 ±2,97*

Примітка: у цій та наступних таблицях \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ .

Концентрація фукози в крові телиць дослідних груп була вища впродовж всього дослідного періоду. У крові телиць, яким випоювали соєве молоко з нативної сої, рівень фукози вірогідно підвищувався на 21 та 40 % ( $p < 0,05$ ) на 4 і 5-му місяцях життя відповідно. На 7-му місяці життя тварин спостерігалася тенденція до підвищення рівня фукози у крові телиць обох груп, проте вірогідних змін не встановлено.

Вміст церулоплазміну в крові тварин обох дослідних груп вірогідно перевищував рівень його у телиць контрольної групи протягом всього періоду досліджень. Зокрема, даний показник був вищим у крові тварин III групи на 39 ( $p < 0,01$ ), 17 та 11 % ( $p < 0,05$ ), відповідно, на 4, 5 і 7-му місяцях життя.

Тоді як у крові телиць II групи вміст церулоплазміну зростав на 21, 20 і 7 % ( $p < 0,05$ ) на 4, 5 і 7-му місяцях життя відповідно. Встановлене підвищення концентрації церулоплазміну у крові телиць дослідних груп порівняно до контролю можна пояснити залишковою активністю ізофлавонів, що містяться у соєвому молоці. Зокрема це вплив геністеїну, який підвищує активність ферментів АОС і сам володіє антиоксидантними властивостями [22]. Однак, характерним є вищий вміст церулоплазміну у крові тварин третьої дослідної групи порівняно як до контрольної, так і до II дослідної групи (17 % на 4-му місяці життя, та на 3 і 4 % на 5 і 7-му місяцях, відповідно). Очевидно, у компонентах соєвого молока з бобів ГМ-сої зберігають дію й інші недосліджені ще фізіологічно активні чинники, які зумовлюють активацію антиоксидантної системи.

Для оцінки імунобіологічної здатності організму в плазмі крові телиць визначали вміст молекул середньої маси та циркулюючих імунних комплексів. Вміст МСМ зростав на 8,2% та 16,0% ( $p < 0,05$ ), відповідно, у крові тварин II і III груп порівняно до контролю на 4-му місяці життя (табл. 2). У наступні періоди дослідження (на 5 і 7-му місяцях життя), концентрація МСМ вірогідно зростала у крові тварин III групи, яким випоювали соєве молоко з трансгенної сої порівняно до контролю. Виявлені зміни МСМ свідчать про вплив соєвого молока на білковий обмін організму телиць, що є більш вираженим у тварин, які отримували генетично модифіковані корми.

Таблиця 2

**Імунобіологічні показники крові теличок, яким випоювали у молочний період вирощування «соєве молоко» з нативної та трансгенної сої (M±m, n=5)**

Показники	Група	Вік тварин, місяць			
		2	4	5	7
МСМ, г/л	I	0,466±0,02	0,450±0,01	0,502±0,03	0,473±0,005
	II	0,471±0,01	0,487±0,007*	0,497±0,01	0,478±0,008
	III	0,455±0,009	0,522±0,005*	0,515±0,008*	0,518±0,01*
ЦІК, 3,5 %, ум. од.	I	101,6±4,41	98,0±1,15	102,6±3,71	111,6±2,26
	II	97,6±2,33	114,0±2,08*	115,3±3,71	123,0±1,73*
	III	107,6±2,33	117,6±1,45*	118,3±1,67*	124,3±2,33*
Загальний білок сироватки крові, г/л	I	56,90±0,44	70,09±4,30	74,84±0,75	71,37±2,59
	II	59,80±2,01	68,07±2,82	72,57±1,20	76,24±1,37
	III	56,30±2,14	69,40±1,95	67,67±4,19	70,72±1,63

Концентрація ЦІК впродовж всього періоду дослідження була вищою у крові тварин II і III дослідних груп порівняно до контролю. Зокрема, на 2 місяці випоювання спостерігався вищий рівень ЦІК на 16,3 та 20,0 % ( $p < 0,05$ ), відповідно, у крові тварин, яким випоювали соєве молоко з нативної та трансгенної сої порівняно до їх вмісту у крові телиць контрольної групи. Аналогічні зміни цих показників зберігалися і впродовж всього періоду дослідження: на 7-му місяці спостерігали вірогідні різниці між дослідними та контрольною групами тварин в 1,1 рази. Встановлені різниці свідчать про певний вплив соєвого молока з нативної та ГМ-сої на стан імунобіологічної системи організму телиць.

Враховуючи, що глікопротеїни займають важливе місце в активації імунної відповіді [22, 23], зростання концентрації гексоз, зв'язаних з білками та фукози у крові телиць дослідних груп може свідчити про підвищення імунної функції організму тварин. Це підтверджується також вищим вмістом у крові тварин дослідних груп циркулюючих імунних комплексів і МСМ, що більше виражено для тварин, яким випоювали соєве молоко з бобів ГМ-сої. Ці зміни можуть бути спричинені впливом ізофлавонів, зокрема геністеїну, який міститься у соєвому молоці. У дослідженні з вивчення впливу фітоестрогенів на організм свиней, інфікованих ротавірусом, було встановлено, що фітогормони зменшують концентрацію вірусу та сироваткового гама-інтерферону в крові. При цьому зростав вміст  $\alpha 1$ -кислого глікопротеїну, що разом із вірогідним збільшенням маси селезінки свідчить про активацію утворення В-клітин [24].

Випоювання соєвого молока з нативної та ГМ-сої теличкам не викликало вірогідних змін за гематологічними показниками протягом усього періоду досліджень (табл. 3).

Проте спостерігалася тенденція до підвищення на 5 та 3 % ( $p < 0,05$ ) концентрації гемоглобіну у крові телиць II групи на 4- та 5-му місяцях життя тварин відповідно. Кількість еритроцитів у крові телиць дослідних груп була меншою порівняно з контролем, що було більш вираженим у тварин III групи, яким випоювали молоко з трансгенної сої. Проте зміни цих показників були не достовірними, а їх величини знаходилися у фізіологічних межах. Кількість лейкоцитів у крові телиць дослідних груп була на рівні контролю протягом всього дослідного періоду.

**Гематологічні показники організму теличок, яким випоювали у молочний період вирощування «соєве молоко» з нативної та трансгенної сої (M±m, n=5)**

Гематологічні показники	Група	Вік тварин, місяць			
		2	4	5	7
Гемоглобін, г/л	I	117,30±4,97	112,57±3,94	115,06±7,33	120,38±1,96
	II	117,64±3,53	118,58±2,26	118,31±1,80	119,63±0,93
	III	114,34±3,68	114,89±1,91	113,86±1,58	110,72±0,98
Еритроцити, Т/л	I	5,17±0,11	6,27±0,33	6,04±0,07	5,86±0,08
	II	5,50±0,15	6,03±0,06	5,70±0,12	5,86±0,07
	III	5,38±0,10	5,89±0,16	5,80±0,08	5,75±0,06
Лейкоцити, Г/л	I	7,07±1,03	6,32±0,53	6,35±0,10	6,05±0,53
	II	5,61±1,34	6,67±0,61	6,12±0,82	6,17±0,76
	III	7,16±0,94	6,35±0,86	6,55±1,56	4,64±0,36

Вивчення показників інтенсивності росту телиць за змінами живої маси і середньодобових приростів свідчить про незначні їх міжгрупові відмінності (рис. 1). Зокрема, маса тіла телиць дослідних груп у віці 9 місяців і їх прирости були більшими на 7,9 і 13 % (II група) та 3,3 і 6,1 % (III група), відповідно, порівняно до цих показників у тварин I групи. Середньодобовий приріст телиць дослідних груп становив 587,6 г (II група) і 552,5 г (III група) і перевищував цей показник (520,9 г) у тварин контрольної групи на 12,8 і 6,1 %.

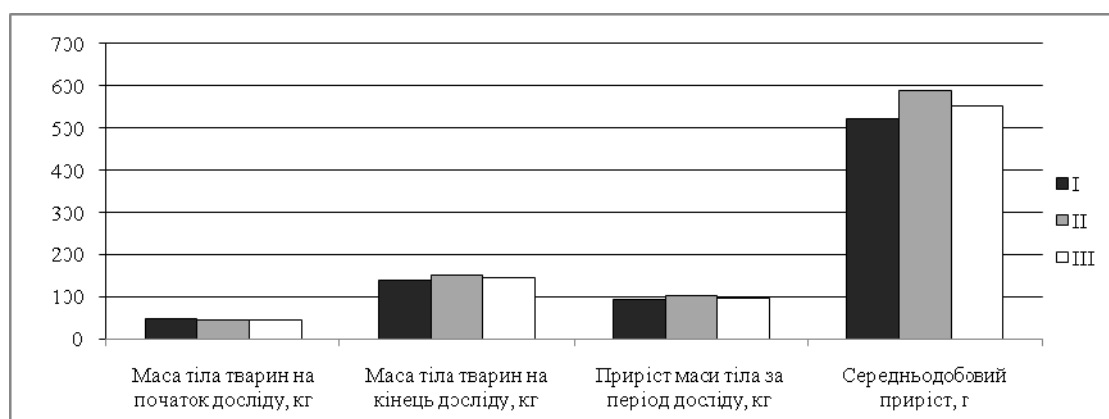


Рис. 1.

**Інтенсивність росту теличок у віці 2-9 місяців (n=8)**

Вищі показники інтенсивності росту телиць, яким випоювали соєве молоко з вмістом 2,5 % жиру замість збираного, можна пояснити високим (15–18 %) вмістом рослинних жирів і протеїну (31–34 %) у бобах натуральної та ГМ-сої і лише залишковою (не більше 0,05 %) кількістю ліпідів і низьким вмістом білка у збираному молоці корів, яке випоювали теличкам контрольної групи.

**Висновки**

Отримані результати свідчать про вплив соєвого молока на стан імунобіологічної системи організму телиць обох дослідних груп. Вірогідне підвищення вмісту ЦІК, МСМ і окремих глікопротеїнів у крові тварин дослідних груп може бути спричинене імунотулюючими властивостями компонентів сої. Більш виражена активація імунобіологічної системи організму тварин III групи може бути зумовлена вищою алергенністю генетично модифікованого білка сої. Вірогідне підвищення вмісту церулоплазміну в крові телиць дослідних груп підтверджує здатність сої посилювати дію антиоксидантних ферментів. Враховуючи, що величини досліджених показників крові телиць III групи коливаються в фізіологічних межах та суттєво не відрізняються від їх рівнів у крові тварин II групи, можна зробити висновок про відсутність вираженого негативного чи позитивного впливу соєвого молока з бобів трансгенного сорту сої порівняно з незмінним на імунобіологічний статус організму телиць за дослідженими показниками.

**Перспективи подальших досліджень.** Дослідити післядію випоювання теличкам соєвого молока, яке виготовлене з бобів нативної та трансгенної сої на фізіолого-біохімічні процеси та відтворну здатність їх організму у статевозрілому віці.

O. P. Dolaychuk, R. S. Fedoruk, I. I. Kovalchuk

## GLYCOPROTEINS AND IMMUNOBIOLOGICAL STATUS OF BLOOD HEIFERS IN THE PERIOD OF FORMATION DIGESTION IN PROVENTRICULUS AND FEEDING OF SOY MILK

### Summary

The article presents results of research content of glycoproteins and their specific carbohydrate components, molecules of average mass and circulating immune complexes in the blood of heifers under conditions feeding of soy milk prepared from conventional and transgenic soybeans. Research has found that soy feeding had no significant effect on hematological data of blood of heifers second and third experimental groups versus control. However the content of average mass molecules, circulating immune complexes, and some glycoproteins and their carbohydrate components (such as protein bound hexose, fucose, ceruloplasmin) in the blood of heifers research groups in research periods was higher compared to their levels in the blood of animals control group. Higher levels of these parameters in the blood of animal research groups indicate the activation of immunological system of these animals in the period of feeding of soy milk and the next two months of life.

O. П. Долайчук, Р. С. Федорук, И. И. Ковальчук

## ГЛИКОПРОТЕИНЫ И ИММУНОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС КРОВИ ТЕЛОК В ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ В ПРЕЖЕЛУДКАХ И ВЫПАИВАНИЯ СОЕВОГО МОЛОКА

В статье представлены результаты исследований содержания гликопротеинов и их отдельных углеводных компонентов, молекул средней массы и циркулирующих иммунных комплексов в крови телок при введении в рацион соевого молока из бобов натуральной и ГМ-сои. Установлено, что выпаивание соевого молока не имело существенного влияния на гематологические показатели крови телок II и III опытных групп. Тогда как содержание молекул средней массы, циркулирующих иммунных комплексов, а также гликопротеинов и их углеводных компонентов (гексозы, связанные с белками, фукоза, церулоплазмин) в крови телок опытных групп было в отдельные периоды опыта выше по сравнению с уровнем их в крови животных контрольной группы. Высокий уровень этих показателей в крови животных опытных групп свидетельствует об активации иммунобиологической системы этих животных как в период выпаивания соевого молока, так и на протяжении следующих двух месяцев жизни.

1. GM material in animal feed (March 2011). Интернет ресурс: <http://www.food.gov.uk/gmfoods/gm/gmanimal>.
2. Ewen W. B. Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine / W. B. Ewen, A. J. Pusztai // *The Lancet*, 1999. — Vol. 354. — P. 1353–1354.
3. Pusztai A. Expression of the insecticidal bean alpha-amylase inhibitor transgene has minimal detrimental effect on the nutritional value of peas fed to rats at 30 % of the diet / A. Pusztai, G. G. Bardocz, R. Alonso et al. // *J. Nutr.* — 1999. — Vol. 129, № 8. — P. 1597–1603.
4. Медико-биологические исследования трансгенного картофеля, устойчивого к колорадскому жуку // Отчет Института питания РАМН. — М : Институт питания РАМН, 1998. — 63 с.
5. Ermakova I. Influence of genetically modified soya on the birth-weight and survival of rat pups // Proceedings «Epigenetics, Transgenic Plants and Risk Assessment», 2006. — P. 41–48.
6. Malatesta M. Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on GM soybean / M. Malatesta, M. Biggiogera, E. Manuali et al. // *Eur. J. Histochem.* — 2003. — Vol. 47. — P. 385–388.
7. Malatesta M. Ultrastructural, morphometrical and immunocytochemical analysis of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean / M. Malatesta, C. Caporalony, S. Gavaudan et al. // *Cell Struct. Funct.* — 2002. — Vol. 27. — P. 173–180.
8. Prescott V. Transgenic Expression of Bean r-Amylase Inhibitor in Peas Results in Altered Structure and Immunogenicity / Prescott, V. et al. // *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 2005. — Vol. 53 (23). — P. 9023–9030.
9. Kilic A. A three generation study with genetically modified Bt corn in rats: Biochemical and histopathological investigation / A. Kilic, M. T. Akay // *Food and Chemical Toxicology*. — 2008. — Vol. 46. — P. 1164–1170.
10. Denise G. Evaluation of Bt (*Bacillus thuringiensis*) Corn on Mouse Testicular Development by Dual Parameter Flow Cytometry / G. Denise, B. R. Thaler and D. P. Evenson // *J. Agric. Food Chem.* — 2004. — Vol. 52. — P. 2097–2102.
11. Teshima R. Effect of GM and non-GM soybeans on the immune system of BN rats and B10A mice / R. Teshima, H. Akiyama, H. Okunuki et al. // *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*. — 2000. — Vol. 41, № 3. — P. 188–193.
12. Hashimoto W. Safety assessment of transgenic potatoes with soybean glycinin by feeding studies in rats /

- W. Hashimoto, K. Momma, H. J. Yoon et al. // *Biosci Biotechnol Biochem*, 1999. — Vol. 63. — P. 1942–1946.
13. *Тутельян В. А.* Медико-биологическая оценка безопасности белкового концентрата, полученного из генетически модифицированной сои / В. А. Тутельян, Л. В. Кравченко, Н. В. Лашнева // *Вопросы питания* — 1999. — № 5–6. — С. 9–12.
  14. *Brake J.* Evaluation of transgenic event 176 «Bt» corn in broiler chickens / J. Brake, D. Vlachos // *Poult. Sci.*, 1998. — Vol. 77. — P. 648–653.
  15. *Маннапов А. Г.* Влияние пыльцы трансгенной груши на пчел / А. Г. Маннапов, А. М. Забал, О. С. Ларионова, В. Г. Лебедев // *Пчеловодство*. — 2011. — №5. — С. 20–22.
  16. *Гаврилец Е. С.* Определение количества эритроцитов в крови сельскохозяйственных животных фотоэлектроколориметрическим методом / Е. С. Гаврилец, М. В. Демчук // 22-я науч. конф. Львовского зоовет. ин-та: Тезисы докл. и сообщ. — Львов. — 1966. — С. 73–74.
  17. *Кондрахин И. П.* Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии / И. П. Кондрахин, Н. В. Курилов, А. Г. Малахов. — М. : Агрпромииздат, 1985. — 287с.
  18. *Гриневич Ю. А.* Определение иммунных комплексов в крови онкологических больных / Ю. А. Гриневич, А. Н. Алферов // *Лабораторное дело*. — 1981. — №8. — С. 493–496.
  19. Способ определения «средних молекул» / В. В. Николайчик, В. М. Моин, В. В. Кирковский [и др.] // *Лабораторное дело*. — 1991. — № 10. — С. 13–18.
  20. *Анашавили А. Ц.* Гликопротеиды сыворотки крови и мочи / А. Ц. Анашавили. — М. : Медицина, 1968. — 226 с.
  21. *Горячковский А. М.* Клиническая биохимия в лабораторной диагностике / А. М. Горячковский. — Экология. — 2005. — 616 с.
  22. *Wei H.* Antioxidant and antipromotional effects of soybean isoflavone genistein / H. Wei, R. Bowen, Q. Cai et al. // *Proc. Soc. Exp. Biol. Med*, 1995. — Vol. 208, №1. — P. 124–130.
  23. *Huntoon K.* The acute phase protein haptoglobin regulates host immunity / K. Huntoon, Y. Wang, Ch. Epplito et al. // *J. Leukocyte Biol.* — 2008. — Vol. 84. — P. 170–181.
  24. *Andres A.* Isoflavones at Concentrations Present in Soy Infant Formula Inhibit Rotavirus Infection in Vitro / A. Andres, S. M. Donovan, T. B. Kuhlenschmidt, M. S. Kuhlenschmidt // *The Journal of Nutrition*, 2007. — Vol. 137(9). — P. 2068–2073

**Рецензент:** провідний науковий співробітник НВЦ з вивчення пріонних інфекцій, доктор ветеринарних наук, с. н. с. Остапів Д. Д.