

## **ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЗАГАЛЬНИХ ЛІПІДІВ КРОВІ, М'ЯЗІВ, ШКІРИ ТА ШЕРСТІ КРОЛІВ ПРИ ВВЕДЕННІ ДО РАЦІОНУ ЛІПРОТУ І СУЛЬФАТУ КАДМІЮ**

*Я. В. Лесик, Р. С. Федорук, Й. Ф. Рівіс*

Інститут біології тварин УААН

*Встановлено, що аліментарне навантаження організму кролів кадмієм і згодовування ліпроту супроводжувалося вірогідним збільшенням відносного вмісту міристинової, арахідової кислот у крові, лауринової в м'язах, та зменшенням рівня лінолевої і арахідонової кислот у ліпідах м'язів та шкіри, а також зниженням його для пентадеканової, пальмітоолеїнової, лінолевої і ліноленої високомолекулярних жирних кислот у шерсті на тлі зростання у ній рівня капринової кислоти.*

**Ключові слова:** КРОЛІ, ЛІПРОТ, ЖИРНІ КИСЛОТИ, КАДМІЙ, КРОВ, ШКІРА, ШЕРСТЬ.

Інтенсивні способи годівлі та утримання молодняку кролівсприяють швидкому росту і розвитку, стимулюють синтез колагену та ліпідних компонентів м'язів і шкіри, що веде до зміни їх жирнокислотного складу [1, 2]. Несприятливі умови утримання та годівлі зумовлюють негативний вплив на показники жирнокислотного складу ліпідів тканин організму молодняку кролів, що є наслідком порушення обміну фосфоліпідів. Як результат знижується здатність мембран до зв'язування окремих метаболітів і ферментів, погіршується утворення ліпопротеїдів і транспорт ліпідів [3].

Для фізіологічного функціонування органів і систем тварини потребують постійного надходження з кормом незамінних поліненасичених жирних кислот, особливо таких як ліолева та ліоленова, які не синтезуються в їх організмі [4–6]. Важливе значення жирних кислот для організму кролів зумовлене їх багатогранним впливом на основний обмін і тканинний метаболізм.

Дефіцит незамінних жирних кислот у тварин виявляється на біохімічному рівні за умов дії підвищених рівнів у раціоні таких важких металів, як кадмій свинець тощо, коли зменшується частка жирних кислот за типом ліолевої та ліоленової кислот, що особливо помітно у фосфоліпідах. У відповідь на це збільшується частка ненасичених жирних кислот за типом олеїнової кислоти [7]. Типовими зовнішніми ознаками дефіциту незамінних жирних кислот у тварин є: сповільнення росту, ослабленість імунної системи, що спостерігається за токсичного впливу кадмію, а також дерматити, підвищення втрат води через шкіру. Шкіра характеризується високими показниками вмісту загальних ліпідів, які відіграють значну роль у процесах формування волосяного покриву, що має особливо важливе значення для тварин від яких отримують хутро й вовну. Інтенсивність обмінних процесів у шкірі, зокрема ліпогенезу, детально вивчена на вівцях [8]. Аналогічні дослідження на кролях в опрацьованій нами літературі не знайдені. У раціонах годівлі кролів найчастіше не вистачає, крім незамінних жирних кислот, ще й протеїну та сірковмісних амінокислот — лізину, метіоніну та триптофану. Лізин стимулює ріст і розвиток організму, сприяє засвоєнню фосфору, кальцію та заліза [9, 10]. Тоді як підвищений рівень кадмію в раціоні гальмує ці процеси. Ефективною лізин-протеїновою кормовою добавкою, що містить 7 % лізину і 25 % сирого протеїну, є «Ліпрот СГ–9», продуктивний і біологічний вплив якого на організм кролів не вивчено.

Враховуючи, що жирні кислоти виконують ряд фізіологічно важливих функцій, мають вплив на тканинний метаболізм, можуть зв'язувати в організмі важкі метали і зменшувати їх вміст в продукції тваринництва метою наших досліджень було вивчення сумісного впливу лізин-протеїнової добавки «Ліпрот СГ–9» та сульфату кадмію на жирнокислотний склад загальних ліпідів крові, м'язів, шкіри та шерсті кролів за умов годівлі стандартним комбікормом К–92–1.

## Матеріали і методи

Дослідження проводили на кролях породи сірий велетень у сільськогосподарському підприємстві «Березина» Миколаївського району Львівської області на двох групах (контрольній і дослідній) молодняку кролів, по 6 голів у кожній з кролематками, підібраними за принципом аналогів. Кролям контрольної (К) групи згодовували стандартний гранульований комбікорм К-92-1, дослідної (Д) групи — цей же комбікорм з введенням до раціону лізин-протеїнової добавки (Ліпрот СГ-9) в кількості 2 г/тв/добу з 40- до 130-денного віку і добавку CdSO<sub>4</sub> з розрахунку 6 мг кадмію на 1 кг комбікорму. Проведені дослідження комбікорму показали тільки сліди кадмію — 0,003 мг/кг. Утримання кролів кліткове за методом Михайлова І. М. Годівля і напування кролів були необмежені. Дослід тривав 100 днів, у т. ч. підготовчий період — 10 днів, дослідний — 90 днів. Тварин відбирали у віці 30 днів.

Проби крові брали з краєвої вушної вени у підготовчий та дослідний (на 90-й день дослідження) періоди. Забій кролів проводили у віці 130 днів, зразки м'язів, шкіри та шерсті брали для визначення жирнокислотного складу загальних ліпідів [11].

## Результати й обговорення

Відносний вміст насичених жирних кислот у загальних ліпідах плазми крові молодняку кролів обох груп у підготовчий період суттєво не відрізнявся (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив лізин-протеїнової добавки та кадмію на відносний вміст насичених жирних кислот у плазмі крові кролів, %, М ± m, n = 6

Кислота та її код	Групи тварин	Періоди дослідження	
		Підготовчий	Дослідний
Лауринова C12:0	Контрольна	0,28 ± 0,026	0,20 ± 0,020
	Дослідна	0,31 ± 0,010	0,25 ± 0,011
Міристинова C14:0	Контрольна	1,14 ± 0,075	0,96 ± 0,058
	Дослідна	1,18 ± 0,049	1,20 ± 0,044 *
Пентадеканова C15:0	Контрольна	0,39 ± 0,031	0,46 ± 0,026
	Дослідна	0,37 ± 0,035	0,45 ± 0,017
Пальмітинова C16:0	Контрольна	23,17 ± 1,386	20,67 ± 1,067
	Дослідна	22,66 ± 1,801	23,96 ± 1,675
Стеаринова C18:0	Контрольна	3,50 ± 0,208	3,44 ± 0,200
	Дослідна	3,49 ± 0,158	3,78 ± 0,172
Арахінова C20:0	Контрольна	2,07 ± 0,118	2,47 ± 0,136
	Дослідна	2,08 ± 0,087	2,96 ± 0,086*
Бегенова C22:0	Контрольна	3,08 ± 0,122	3,28 ± 0,162
	Дослідна	3,11 ± 0,147	3,46 ± 0,055
Відносна кількість насичених жирних кислот	Контрольна	33,63	31,48
	Дослідна	33,20	36,06

Примітка: вірогідність різниць між контрольною і дослідною групами: \* — P < 0,05, \*\* — P < 0,025.

Проведеними дослідженнями жирнокислотного складу загальних ліпідів плазми крові кролів дослідної групи через 90 діб від початку згодовування кормів з добавками до раціону ліпроту і кадмію сульфату виявлено вірогідно більший вміст міристинової (P < 0,05) та арахінової (P < 0,05) кислот. Відмічено тенденцію до підвищення рівнів пальмітинової, стеаринової, бегенової та зниження пентадеканової насичених жирних кислот у загальних ліпідах крові цих кролів порівняно з контрольною групою. Відносна кількість насичених жирних кислот у плазмі крові кролів дослідної групи за дослідний період зростала відповідно на 4,58 % порівняно з контрольною групою. Такі зміни можуть бути пов'язані з впливом кадмію на інтенсивність метаболічних реакцій в ліпоїдних тканинах, оскільки деякі важкі метали беруть участь у ферментативних реакціях процесів видовження і десатурації вуглецевого ланцюга жирних кислот [12].

Аналіз результатів досліджень ненасичених жирних кислот у кролів дослідної групи (табл. 2) свідчить про тенденцію до зниження рівня пальмітоолеїнової, лінолевої, ліноленової та арахідонової ненасичених жирних кислот порівняно з контролем.

Зокрема, встановлена тенденція до зменшення відносного вмісту суми ненасичених жирних кислот у плазмі крові кролів дослідної групи порівняно з контрольною групою. Про вплив ліпроту на ступінь насиченості ліпідів плазми крові кролів свідчить індекс насиченості ліпідів (ІНЛ), який зростав у тварин дослідної групи порівняно з контрольною групою.

Таблиця 2

**Вплив лізин-протеїнової добавки та кадмію на відносний вміст ненасичених жирних кислот у плазмі крові кролів, %,  $M \pm m$ ,  $n = 6$**

Кислоти та її код	Групи тварин	Періоди досліді	
		Підготовчий	Дослідний
Пальмітоолеїнова C 16:1	Контрольна	4,57 ± 0,283	6,03 ± 0,224
	Дослідна	4,57 ± 0,315	5,33 ± 0,266
Олеїнова C 18:1	Контрольна	29,92 ± 0,757	35,92 ± 0,302
	Дослідна	30,90 ± 1,132	35,66 ± 1,08
Лінолева C 18:2	Контрольна	17,99 ± 1,067	11,63 ± 0,888
	Дослідна	17,36 ± 1,202	10,41 ± 0,847
Ліноленова C 18:3	Контрольна	6,37 ± 0,341	8,54 ± 0,666
	Дослідна	6,59 ± 0,322	7,10 ± 0,251
Арахідонова C 20:4	Контрольна	7,52 ± 0,300	6,40 ± 0,497
	Дослідна	7,51 ± 0,239	5,44 ± 0,231
Відносна кількість ненасичених жирних кислот	Контрольна	66,37	68,52
	Дослідна	66,76	63,94
ІНЛ	Контрольна	0,50	0,45
	Дослідна	0,49	0,56

Очевидно, введення ліпроту в раціон годівлі кролів стимулює синтез міристинової, пальмітинової і арахінової кислот, що змінює співвідношення між ненасиченими і насиченими жирними кислотами у плазмі крові на користь останніх, а сульфат кадмію активує цей біохімічний процес.

Сумісне згодовування ліпроту і сульфату кадмію характеризувалося вірогідно вищим відносним вмістом у загальних ліпідах м'язів (табл. 3) кролів дослідної групи лауринової ( $P < 0,05$ ) насиченої кислоти та нижчим арахідонової ( $P < 0,05$ ) ненасиченої кислоти. У цих тканинах відзначено тенденцію до збільшення відносного вмісту міристинової, пальмітинової, стеаринової, арахінової та зменшення пентадеканової насичених жирних кислот порівняно з контрольною групою тварин. У кролів дослідної групи також відзначено тенденцію до зменшення відносного вмісту пальмітоолеїнової, лінолевої і незначне зростання олеїнової ненасичених жирних кислот.

Відносна кількість насичених жирних кислот у ліпідах м'язів дослідної групи зросла за дослідний період на 2,83 %, а ненасичених була меншою на 2,83 % порівняно з контролем. Індекс насиченості ліпідів у м'язах кролів становив для дослідної групи — 0,62 проти 0,55 у контрольній групі, що вказує на зростання насиченості ліпідів м'язів у кролів, які одержували в раціоні лізин-протеїнову добавку в поєднанні з сульфатом кадмію.

Таблиця 3

**Жирнокислотний склад ліпідів найдовшого м'яза спини дослідних кролів у 130-денному віці, %,  $M \pm m$ ,  $n = 3$**

Кислота та її код	Група тварин	
	Контрольна	Дослідна
Лауринова C12:0	0,27 ± 0,017	0,33 ± 0,005 *
Міристинова C14:0	1,97 ± 0,073	2,23 ± 0,095
Пентадеканова C15:0	0,25 ± 0,020	0,20 ± 0,017
Пальмітинова C16:0	27,29 ± 1,108	28,82 ± 0,959
Пальмітоолеїнова C16:1	1,83 ± 0,031	1,73 ± 0,040
Стеаринова C18:0	5,31 ± 0,249	6,30 ± 0,324
Олеїнова C18:1	30,30 ± 0,326	30,82 ± 1,865
Лінолева C18:2	27,23 ± 1,183	24,59 ± 0,913
Ліноленова C18:3	2,87 ± 0,089	2,63 ± 0,040

Арахінова C20:0	0,28 ± 0,017	0,32 ± 0,006
Арахідонова C20:4	2,10 ± 0,099	1,73 ± 0,043 *
Бегенова C22:0	0,30 ± 0,014	0,30 ± 0,013
<i>Відносна кількість жирних кислот:</i>		
насичені	64,33	38,50
ненасичені, в т. ч.:	35,67	61,50
мононенасичені	32,13	32,55
поліненасичені	32,20	28,95
ІНЛ	0,55	0,62

Виявлені зміни у жирнокислотному складі тканин найдовшого м'яза спини кролів дослідної групи можуть зумовлюватися негативним впливом сульфату кадмію на ліпідний обмін та вміст жирних кислот в тканинах організму і невілкуючою дією ліпроту на вказані процеси, що може свідчити про активну роль лізин-протеїнової добавки в дезінтоксикаційних процесах за участю печінки.

З даних таблиці 4 видно, що введення до раціону кролів ліпроту і сульфату кадмію впливало і на співвідношення жирних кислот загальних ліпідів шкіри. Зокрема, у загальних ліпідах шкіри кролів дослідної групи відзначено тенденцію до збільшення вмісту насичених жирних кислот порівняно з контролем.

Вміст ненасичених жирних кислот у ліпідах шкіри кролів дослідної групи, які додатково до раціону отримували кадмій, зменшувався порівняно з контрольною групою. Особливо помітні міжгрупові різниці відносного вмісту ненасиченої лінолевої жирної кислоти, рівень якої у ліпідах шкіри кролів дослідної групи був нижчим на 3,34 % ( $P < 0,05$ ).

У шкірі кролів дослідної групи, яким крім ліпроту додатково згодовували сульфат кадмію, відзначено тенденцію до зменшення вмісту інших ненасичених жирних кислот на тлі незначного зростання насичених. Зокрема, у складі загальних ліпідів шкіри кролів дослідної групи відзначена тенденція до зменшення відносного вмісту пентадеканової, пальмітоолеїнової, ліноленової і арахідонової жирних кислот порівняно з контрольною групою. Однак, відносний рівень стеаринової кислоти у шкірі молодняка кролів дослідної групи був на 0,38 % вищим порівняно з контрольною групою. Вищенаведені зміни у жирнокислотному складі шкіри кролів дослідної групи можливо пов'язані з стимулюючим впливом лізин-протеїнової добавки на обмін насичених жирних кислот в організмі та інгібуванням всмоктування поліненасичених жирних кислот у травному каналі, що виявлялося тенденцією до підвищення рівня основних насичених жирних кислот. Про вплив ліпроту та сульфату кадмію на рівень та співвідношення жирних кислот загальних ліпідів у шкірі кролів свідчить ІНЛ, який у тварин дослідної групи зростав порівняно з контролем.

Таблиця 4

**Жирнокислотний склад ліпідів шкіри кролів у 130-денному віці, %,  $M \pm m$ ;  $n = 4$**

Кислота та її код	Група тварин	
	Контрольна	Дослідна
Лауринова C12:0	0,28 ± 0,01	0,29 ± 0,01
Міристинова C14:0	0,83 ± 0,03	0,84 ± 0,06
Пентадеканова C15:0	0,27 ± 0,02	0,23 ± 0,02
Пальмітинова C16:0	12,55 ± 0,32	13,34 ± 0,39
Пальмітоолеїнова C16:1	1,87 ± 0,05	1,72 ± 0,04
Стеаринова C18:0	4,75 ± 0,08	5,13 ± 0,14
Олеїнова C18:1	37,44 ± 1,04	40,69 ± 0,75
Лінолева C18:2	32,56 ± 0,89	29,22 ± 0,77*
Ліноленова C18:3	7,13 ± 0,17	6,44 ± 0,25
Арахінова C20:0	0,53 ± 0,02	0,60 ± 0,01
Арахідонова C20:4	1,33 ± 0,03	1,03 ± 0,05
Бегенова C22:0	0,46 ± 0,01	0,47 ± 0,01
<i>Відносна кількість жирних кислот:</i>		
насичені	19,67	20,90
ненасичені, в т. ч.:	80,33	79,10
мононенасичені	39,31	42,41

поліненасичені	41,02	36,69
ІНЛ	0,24	0,26

З результатів досліджень, представлених у таблиці 5 видно, що подібна закономірність відносного вмісту жирних кислот, встановлена для ліпідів шкіри, спостерігалася й також у загальних ліпідах шерсті кролів дослідних груп.

Таблиця 5

**Жирнокислотний склад шерсті кролів у 130-денному віці, %, М ± m, n = 4**

Кислота та її код	Група тварин	
	Контрольна	Дослідна
Капринова C10:0	0,94 ± 0,04	1,17 ± 0,05*
Лауринова C12:0	9,70 ± 0,57	9,61 ± 0,70
Міристинова C14:0	12,56 ± 0,72	12,92 ± 0,30
Пентадеканова C15:0	2,43 ± 0,08	2,03 ± 0,08*
Пальмітинова C16:0	21,28 ± 0,62	23,44 ± 0,71
Пальмітоолеїнова C16:1	3,85 ± 0,13	3,26 ± 0,16*
Стеаринова C18:0	13,68 ± 0,40	14,69 ± 0,24
Олеїнова C18:1	23,31 ± 1,69	22,21 ± 0,65
Лінолева C18:2	8,56 ± 0,17	7,42 ± 0,27*
Ліноленова C18:3	3,46 ± 0,10	2,98 ± 0,13*
Арахідонова C20:4	0,23 ± 0,02	0,27 ± 0,01
<i>Сумарна кількість жирних кислот:</i>		
насичені	60,59	63,86
ненасичені, в т. ч.:	39,41	36,14
мононенасичені	27,16	25,47
поліненасичені	12,25	10,67
ІНЛ	1,53	1,76

Зокрема, сумарний вміст насичених жирних кислот у шерсті молодняку кролів дослідної групи зростав відповідно на 3,27 % порівняно з контрольною групою. Спостерігалася тенденція до зменшення відносного вмісту ненасичених жирних кислот у ліпідах шерсті кролів дослідної групи порівняно з контролем. У кролів дослідної групи встановлено менший відносний вміст як моно-, так і поліненасичених жирних кислот, що вплинуло на зростання насиченості ліпідів шерсті — ІНЛ становив 1,76 проти 1,53 у контролі.

Результатами досліджень жирнокислотного складу шерсті молодняку кролів дослідної групи встановлено суттєвіші міжгрупові різниці вмісту жирних кислот, ніж у крові, м'язах та шкірі за умов згодовування лізин-протеїнової добавки та сульфату кадмію. Зокрема, відносний вміст капринової кислоти був вищим ( $P < 0,025$ ) у шерсті кролів цієї групи, ніж у тварин контрольної групи. Виявлені вірогідні різниці процентного вмісту пентадеканової, пальмітоолеїнової, лінолевої та ліноленової жирних кислот, рівні яких у шерсті тварин дослідної групи були нижчими відповідно на 0,4; 0,59; 1,14 та 0,48 % порівняно з кролями контрольної групи. Важливо відзначити, що нижчий вміст лінолевої та ліноленової кислот у шерсті кролів дослідної групи ( $P < 0,05$ ) порівняно з цим показником у контролі, корелює з тенденцією змін цих показників у крові та шкірі, і може свідчити про аналогічну дію ліпроту та сульфату кадмію на відносний вміст їх у цих тканинах. Поряд з тим відмічено тенденцію до зменшення рівня лауринової, олеїнової та зростання його для міристинової, пальмітинової і стеаринової жирних кислот у шерсті молодняку кролів дослідної групи порівняно з контрольною групою.

Очевидно, вплив сульфату кадмію на обмін ліпідів і жирних кислот зумовлював зміни у їх співвідношенні не лише в крові, але й шерсті та шкірі. Слід зауважити, що вміст кадмію у шерсті може бути біологічним індикатором надходження його в організм і якісно відображати концентрацію цього елемента у тканинах печінки, нирок та в організмі в цілому [13, 14].

Можливо, лізин-протеїнова кормова добавка, сприяючи синтезу білка у тканинах організму кролів, згладжує негативну дію кадмію сульфату на обмінні процеси. Синтез білка

у тваринному організмі, як правило, супроводжується підвищенням активності інформаційної та транспортної нуклеїнових кислот. Підвищення активності наведених форм нуклеїнових кислот спряжене з синтезом фосфоліпідів, які містять значні кількості поліненасичених ВЖК (лінолевої, ліноленової та арахідонової). Вищенаведене може вказувати на те, що лізин-протеїнова кормова добавка сприяє активації анаболічних процесів в організмі кролів, навіть за умов інгібуючого впливу сульфату кадмію тим більше, що збільшується відносний вміст стеаринової кислоти, яка здатна гальмувати анаболічні процеси в тваринному організмі.

Добавка в раціоні кадмію сульфату гальмує процес перетворення лінолевої кислоти в арахідонову, тим самим шкідливо впливаючи на можливість біосинтезу простагландинів, лейкотриєнів та інших імуноактивних компонентів в організмі кролів. Сповільнення синтезу окремих жирних кислот в тваринному організмі додаванням до раціону кадмію, можливо, проходить за рахунок зниження відносного рівня поліненасичених жирних кислот у крові кролів. Натомість, зростає відносний вміст стеаринової кислоти. Це може вказувати на переважання в організмі кролів дослідної групи катаболічних процесів над анаболічними.

Аналіз одержаних результатів показує, що згодовування лізин-протеїнової добавки зменшує негативну дію сульфату кадмію на інтенсивність обміну ліпідів в організмі, про що свідчать незначні зміни відносного вмісту жирних кислот в крові, м'язах та шкірі кролів. Проте введення до раціону кролів сульфату кадмію в поєднанні з лізин-протеїновою добавкою супроводжувалося вираженим впливом цього токсиканта на жирнокислотний склад шерсті. Це підтверджується значним зменшенням відносного вмісту ненасичених жирних кислот крім арахідонової на тлі зростання рівня окремих коротколанцюгових насичених жирних кислот — капринової, міристинової порівняно з аналогічними показниками у тварин контрольної групи. Зниження відносного вмісту ненасичених жирних кислот у шерсті кролів супроводжувалося збільшенням індексу насиченості ліпідів, що підтверджує результати інших авторів про можливість тестування організму щодо токсичного впливу сульфату кадмію за його вмістом у шерсті тварин.

## **Висновки**

1. Згодовування молодняку кролів дослідної групи лізин-протеїнової добавки в кількості 2 г на голову і  $\text{CdSO}_4$ , з розрахунку 6 мг кадмію на 1 кг комбікорму, зумовлювало вірогідне збільшення відносного вмісту міристинової й арахідонової жирних кислот у крові та викликало вірогідно нижчий вміст у ній пентадеканової, пальмітоолеїнової, лінолевої і ліноленової жирних кислот порівняно з контрольною групою.

2. Введення до раціону кролів лізину і кадмію супроводжувалося змінами відносного вмісту основних насичених і ненасичених жирних кислот у ліпідах м'язів, шкіри і шерсті, що характеризувалося зменшенням вмісту основних ненасичених жирних кислот та збільшенням окремих коротколанцюгових (капринової, міристинової) жирних кислот у цих тканинах. Більша вираженість цих змін відзначена для ліпідів шерсті, що можна пов'язувати з її підвищеною здатністю до нагромадження кадмію.

*J. V. Lesyk, R. S. Fedoruk, J. F. Ravis*

## **THE FATTY ACID COMPOSITION TOTAL LIPID BLOOD, MUSCULE, SKIN AND WOOL OF RABBITS FOR FEEDS LIPROT AND CADMIUM SULFATE**

### **S u m m a r y**

It is shown introduction alimenting loading of organism of rabbits by a cadmium and feeding of liprot was accompanied by the reliable increase of relative maintenance of miristic, arachidic acids in a blood, laurinic in muscles and reduction of level of linolenic and arachidonic acids in lipid of muscles and skin, and also reduction of level of, pantadecanic, palmitooleinic, linoleinic and linolenic high molecular fat acids in wool on a background the growth of level of caprinic acid.

1. *McCormick R. J.* Extracellular modifications to muscle collagen: implications for meat quality // *Poultry Science*. — 1999. — V. 78. — P. 785–791.
2. Pyridinoline cross-links in bovine muscle collagen / *Bosselmann A., Moller C., Steinhart H., Kirchgessner M., Schwartz F. J.* // *Journal of Food Science*. — 1995. — V. 60. — P. 953–958.
3. *Холодова Ю. Д., Чаяло П. П.* Липопротеины крови. — К.: Наукова думка. — 1990. — 205 с.
4. *Янович В. Г., Лагодюк П. З.* Обмен липидов у животных в онтогенезе. М.: Агропромиздат. — 1991. — 316 с.
5. Influence of dietary conjugated linoleic acid on growth, meat quality, lipogenesis, plasma leptin and physiological variables of lipid metabolism in rabbits / *Corino C., Mourot J., Magni S., Pastorelli G., Rosi, F.* // *Journal of Animal Science*. — 2002. — V. 80. — P. 1020–1028.
6. *Pariza M. W., Park Y., Cook M. E.* The biologically active isomers of conjugated linoleic acid // *Progress in Lipid Research*. — 2001. — V. 40. — P. 283–298.
7. *Taboada E., Mendez J., Mateos G.* The response of highly productive rabbits to dietary lysine content // *Livestock Production Science*. — 1994. — V. 40. — P. 329–337.
8. *Макар И. А.* Пути улучшения качества шерсти. Киев.: Издательство УСХА. — 1992. — 120 с.
9. Protein recycling in growing rabbits: contribution of microbial lysine to amino acid metabolism / *Belenguer A., Balcells J., Guada J., Decoux M., Milne E.* // *British Journal of Nutrition*. — 2005. — V. 94. — P. 763–770.
10. *Ховард А. Д.* Жировые компоненты рациона и контроль их качества // *Жиры в питании сельскохозяйственных животных*. Пер. с англ. под ред. А. А. Алиева. — М.: Агропромиздат. — 1987. — 390 с.
11. *Рувис И. Ф., Скороход И. В., Пидлужный А. Б.* Количественный метод определения некоторых высокомолекулярных жирных кислот в биологическом материале // *Доклады ВАСХНИЛ*. — 1985. — № 8. — С. 33–35.
12. *Nishimura N.* The mechanism of cadmium induced lysozyme enhancement in rabbit kidney // *Arch. Toxicol.* — 1997. — № 2. — P. 105–115
13. *Пилипів І. І., Федорук Р. С.* Важкі метали у крові та шерсті телиць за умови підвищеного рівня кадмію і цинку в раціоні // *Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. С. З. Ґжицького*. — Львів. — 2005. — Том 7. — № 1, Ч. 2. — С. 186–190.
14. *Пилипів І. І., Кропивка С. Й.* Вікова динаміка вмісту кадмію в крові і шерсті ремонтних телиць за умови введення в раціон сульфату цинку і кадмію та різного рівня окремих мікроелементів у кормах і воді // *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин УААН*. — Львів. — 2004. — Вип. 5. — № 1–2. — С. 105–108.