

## СКЛАД ЖИРНИХ КИСЛОТ ПЛАЗМИ КРОВІ КОРІВ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ ЇМ НАСІННЯ РІПАКУ

О. Й. Цісарик<sup>1</sup>, Г. В. Дроник<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С. З. Гжицького

<sup>2</sup>Буковинський інститут агропромислового виробництва НААНУ

*У статті наведено результати досліджень складу жирних кислот плазми крові корів при згодовуванні їм насіння ріпаку безерукового низькоглюкозинолатного сорту Дангал. Встановлено, що ліпідний комплекс насіння ріпаку здійснює модифікацію складу жирних кислот плазми крові, яка проявляється зниженням ступеня насиченості та частки середньоланцюгових насичених жирних кислот (C12-C16), підвищенням співвідношення між вмістом ПНЖК n-3 і n-6 рядів, зростанням рівня транс-11 C18:1. Вказані зміни складу жирних кислот плазми крові є передумовою зміни складу жирних кислот молочного жиру в напрямі підвищення його біологічної цінності.*

Сьогодні у світі активно проводяться дослідження, спрямовані на покращення функціональних властивостей молочного жиру. Значні зусилля концентруються на пошуках шляхів підвищення вмісту цис-9, транс-11 C18:2 (рубцевої кислот) [1–4], яка проявляє біологічні впливи, передовсім антиканцерогенний [5, 6], антиатерогенний [7, 8], імуномодулювальний [9]. Другий напрям модифікації складу жирних кислот молочного жиру полягає у зниженні частки середньоланцюгових насичених жирних кислот (C12:0–C16:0), що здійснюють атерогенний і тромбогенний впливи [13]. Одним із найважливіших чинників впливу на склад жирних кислот ліпідів молока є склад жирних кислот плазми крові, що, в свою чергу, залежить від кількості жиру в складі раціону та його жирнокислотної композиції. На жаль, мало вивченим під цим кутом зору залишається на нинішній день ліпідний комплекс насіння ріпаку, чому й присвячена наша робота.

Насіння ріпаку відзначається високим вмістом жиру та балансом між олеїною, лінолевою та ліноленою кислотами (жирними кислотами n-9/n-6/n-3 рядів), що є вважливим не тільки для модифікації складу жирних кислот молока, але й для здоров'я тварин.

**Матеріали і методи.** Дослід провели у агроторговій фірмі «Оршівська» Кіцманського району Чернівецької області на двох групах корів-аналогів української червоно-рябї молочної породи методом періодів (по 6 голів у групі), середня продуктивність корів за попередню лактацію становила 5600 кг молока. Тривалість підготовчого періоду 20 днів. У дослідному періоді (тривалістю 60 днів) коровам дослідної групи замість 12 % протеїну корму за рахунок концентрованих кормів було включено насіння ріпаку (1,2 кг/добу). Частка концентрованих кормів у структурі раціону становила біля 40 %, частка протеїну — 14,4 %, частка клітковини — біля 20 %. У контрольному раціоні концентрація енергії становила 9,64 МДж/кг СР, вміст жиру — 3,2 %, в дослідному раціоні — 10,10 МДж/кг СР, а вміст жиру — 5,8 %. У досліді використали насіння ріпаку нового безерукового низькоглюкозинолатного сорту Дангал, виведеного у Івано-Франківському Інституті агропромислового виробництва.

Зразки крові для досліджень брали один раз в підготовчому та двічі в дослідному періодах. Ліпіди екстрагували за методом Блайя і Дайєра. Хроматографію жирних кислот

проводили на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890, який обладнаний полум'яно-іонізаційним детектором з капілярною колонкою SP-2560 (100% biscyanopropylpolysiloxane, Supelco) довжиною 100 м. Програмування температури від 40 до 260° С. Температура дозатора 280° С. Температура детектора 290° С. Газ-носії — гелій. Для ідентифікації хроматографічних піків та обрахунку хроматограм використовували стандарти окремих жирних кислот (Supelco).

У насінні ріпаку визначали вміст сухих речовин, жиру, жирнокислотний склад ліпідів та вміст загальних глікозинолатів.

**Результати та обговорення.** Склад екзогенних жирних кислот через обмежені біогідрогенувальні можливості рубцевої мікрофлори здійснює вагомий вплив на профіль жирних кислот вмісту дуоденуму та відповідно ліпідів крові, а також тканин і молока. Оскільки  $\Delta$ -десатуразна активність інтестинальної мукози в жуйних є низькою [14], то склад жирних кислот плазми крові відображає процеси біогідрогенування в рубці.

Насіння ріпаку містило 44,6 % в СР жиру, вміст ерукової кислоти становив 1,18 % у складі жирних кислот. Додаткове надходження жирних кислот з насінням ріпаку для корів дослідної групи становило 344,2 г/добу, що на 76 % більше, ніж у корів контрольної групи, в тому числі ПНЖК — на 143,8 г/добу (на 62,7 %) більше, ніж у контролі. Ліпідний комплекс насіння ріпаку характеризувався співвідношенням вмісту олеїнової:лінолевої:ліноленої кислот — 2,8:1,5:1, за рахунок чого змінилось співвідношення між жирними кислотами корму. У складі корму раціону корів дослідної групи зросла концентрація усіх С18 кислот, однак найвагоміше — С18:1 (майже втричі) та ліноленої (майже вдвічі). Змінилось співвідношення між ліноленою та лінолевою кислотами — до 0,54 у складі корму дослідного раціону проти 0,47 у контрольному. Індекс насиченості ліпідів корму в раціонах знизився — від 0,30 у контрольному до 0,16 у дослідному.

Нашими дослідженнями встановлено значний вплив згодовування насіння ріпаку на склад жирних кислот ліпідів плазми крові (табл. 1). Ці зміни стосуються як індивідуальних кислот, так і відповідно груп кислот (табл. 2). У складі ліпідів плазми корів, які отримували ріпакове насіння, знизилась частка середньоланцюгових насичених кислот (С12-С16) у середньому за дослідний період на 16,4 %. Найсильніше знизилась частка С14:0 (у середньому за дослідний період на 44 %) — кислоти, яка володіє вираженішим атерогенним впливом, через що у атерогенному індексі жиру [13] показник її вмісту збільшують у чотири рази. Наші дані щодо змін вмісту С14:0 в ліпідах плазми крові узгоджуються із результатами робіт, в яких згодовували ріпакову олію [15] та насіння сої [16]. Варто зазначити, що стосовно впливу згодовування насіння ріпаку на композицію жирних кислот плазми крові дані літератури поодинокі [17], причому не представлений весь спектр жирних кислот, наприклад С12:0, а також ізомерні форми.

Встановлено чітку тенденцію до підвищення вмісту С18:0 в ліпідах плазми крові корів, які отримували насіння ріпаку. Споживання ненасичених жирних кислот С18 зросло на 95,5 %, а споживання стеаринової кислоти майже не зазнало змін, проте біогідрогенування забезпечило зростання частки С18:0 у складі ліпідів плазми, а враховуючи значно вищу концентрацію загальних ліпідів у плазмі крові корів дослідної групи, підвищило вміст цієї кислоти у крові. Наші дані щодо вмісту С18:0 узгоджуються з повідомленнями інших дослідників [15, 17]. Вміст С18:0 у крові має важливе значення для рівня синтезу молочного жиру, оскільки С18:0, екстрагована з крові тканиною молочної залози, служить основним джерелом для десатурації за дії  $\Delta^9$ -стеароїл-КоА десатурази в секреторних клітинах і утворення основної ненасиченої жирної кислоти у складі молочного жиру — цис-9 С8:1 [2]. Недостатнє надходження С18:0 для ендогенного синтезу цис-9 С18:1 ініціює зниження синтезу молочних ТАГ з метою забезпечення молочному жиру плинності в секреторних клітинах молочної залози і ефективної його секреції [2].

Значно нижчий індекс насиченості екзогенних жирних кислот зумовив тенденцію до підвищення відношення між ненасиченими та насиченими жирними кислотами в плазмі

Таблиця 1

Склад жирних кислот ліпідів плазми крові корів при згодовуванні насіння сорту Дангал, % загальної кількості жирних кислот ( $M \pm m$ ,  $n=6$ )

Код жирних кислот	Періоди дослідів					
	Підготовчий		Дослідний			
			3 тижні згодовування		6 тижнів згодовування	
	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
12:0	0,24 ± 0,05	0,20 ± 0,02	0,24 ± 0,01	0,18 ± 0,03	0,55 ± 0,17	0,27 ± 0,03
14:0	1,38 ± 0,12	1,30 ± 0,06	1,32 ± 0,09	1,18 ± 0,16**	2,22 ± 0,56	1,29 ± 0,11***
14:1	0,37 ± 0,06	0,39 ± 0,05	0,38 ± 0,06	0,38 ± 0,02 ±	0,35 ± 0,03	0,34 ± 0,04
15:0	0,88 ± 0,03	0,87 ± 0,05	0,87 ± 0,03	0,82 ± 0,04	0,96 ± 0,03	0,77 ± 0,02
16:0	15,59 ± 0,43	14,99 ± 0,33	13,69 ± 0,46	13,10 ± 0,60	15,75 ± 0,90	12,99 ± 0,12*
16:1	1,49 ± 0,12	1,56 ± 0,12	1,16 ± 0,11	1,38 ± 0,17***	1,14 ± 0,082	1,09 ± 0,08
17:0	1,57 ± 0,134	1,62 ± 0,120	1,29 ± 0,262	1,39 ± 0,038	1,93 ± 0,033	1,69 ± 0,108*
17:1	0,42 ± 0,03	0,51 ± 0,05	0,37 ± 0,02	0,44 ± 0,04	0,36 ± 0,04	0,35 ± 0,06
18:0	16,70 ± 0,49	16,42 ± 0,46	16,85 ± 0,44	17,25 ± 0,48	17,38 ± 0,56	17,83 ± 0,53
6t-18:1	0,23 ± 0,01	0,21 ± 0,06	0,16 ± 0,006	0,24 ± 0,009***	0,21 ± 0,007	0,29 ± 0,008***
9t-18:1	0,14 ± 0,07	0,11 ± 0,04	0,11 ± 0,003	0,15 ± 0,05	0,13 ± 0,004	0,15 ± 0,013
10t-18:1	0,13 ± 0,02	0,13 ± 0,003	0,096 ± 0,002	0,095 ± 0,005	0,12 ± 0,003	0,10 ± 0,01
11t-18:1	0,26 ± 0,02	0,27 ± 0,005	0,298 ± 0,006	0,52 ± 0,03***	0,26 ± 0,06	0,59 ± 0,01***
6c-18:1	0,83 ± 0,02	0,75 ± 0,06	0,75 ± 0,03	0,57 ± 0,006***	0,79 ± 0,01	0,67 ± 0,03**
9c-18:1	11,18 ± 0,14	12,12 ± 0,89	9,82 ± 0,38	13,48 ± 0,63***	10,30 ± 0,58	10,84 ± 1,10
11c-18:1	1,69 ± 0,27	1,73 ± 0,21	1,45 ± 0,26	1,40 ± 0,15	1,31 ± 0,22	1,19 ± 0,21
12c-18:1	0,790,05 ±	0,96 ± 0,05	0,93 ± 0,14	0,81 ± 0,14	0,71 ± 0,09	0,80 ± 0,14
18:2	37,17 ± 0,60	37,40 ± 1,45	41,47 ± 0,69	38,04 ± 2,26**	37,10 ± 1,75	40,32 ± 1,78
18:3 n-6	0,91 ± 0,12	0,87 ± 0,13	1,07 ± 0,15	0,86 ± 0,09	0,87 ± 0,16	0,82 ± 0,11
18:3 n-3	1,76 ± 0,16	1,84 ± 0,24	1,56 ± 0,09	1,98 ± 0,08***	1,66 ± 0,11	2,22 ± 0,05***
20:3	2,25 ± 0,17	1,70 ± 0,09*	2,67 ± 0,15	1,89 ± 0,10***	2,90 ± 0,24	2,15 ± 0,16
20:4	2,17 ± 0,010	2,21 ± 0,15	1,91 ± 0,0835	1,97 ± 0,15	1,81 ± 0,10	1,85 ± 0,12
24:0	0,08 ± 0,002	0,08 ± 0,001	0,08 ± 0,005	0,07 ± 0,002	0,08 ± 0,001	0,13 ± 0,02
20:5	0,47 ± 0,03	0,502 ± 0,02	0,28 ± 0,03	0,40 ± 0,03*	0,176 ± 0,04	0,28 ± 0,02*
24:1	0,059 ± 0,003	0,064 ± 0,002	0,05 ± 0,005	0,05 ± 0,002	0,04 ± 0,002	0,08 ± 0,05**
23:0	ND	0,12 ± 0,001	0,08 ± 0,001	0,09 ± 0,002	0,07 ± 0,001	ND
22:5	0,66 ± 0,09	0,58 ± 0,09	0,56 ± 0,05	0,59 ± 0,03	0,41 ± 0,02	0,40 ± 0,03
22:6	0,57 ± 0,01	0,56 ± 0,04	0,47 ± 0,04	0,64 ± 0,04*	0,36 ± 0,02	0,47 ± 0,02**

крові на першому етапі (через три тижні згодовування насіння) та статистично вище його значення на другому етапі дослідного періоду (через шість тижнів згодовування насіння). Однак, на нинішній день рівень насиченості не є таким важливим критерієм як баланс індивідуальних ненасичених жирних кислот [13]. На першому етапі дослідного періоду встановлено вірогідно вищу частку цис-9 C18:1 та нижчу C18:2 у плазмі крові корів дослідної групи порівняно з контролем, а на другому — навпаки, вищу частку C18:2, однак майже таку ж як у контролі частку цис-9 C18:1. Це може бути зумовлено адаптацією рубцевої мікрофлори до підвищеного надходження олеїнової кислоти, як домінуючої в ріпаковому насінні. Значне зростання її концентрації в рубці впливає інгібувально на мікрофлору, яка її біогідрогенує, подібно, як при підвищеній концентрації лінолевої кислоти істотно пригнічується її біогідрогенування [18]. Експериментально підтверджено в умовах *in vitro*, що швидкість біогідрогенування олеїнової кислоти в середовищі з додаванням

ріпакової олії є значно нижчою, ніж із додаванням соєвої, в якій домінує лінолева кислота [18]. Крім того, дослідженнями в умовах як *in vitro*, так *in situ* продемонстровано, що швидкість біогідрогенування ПНЖК ріпакового насіння була майже вдвічі більшою, ніж для цис-9 С18:1 [19]. Через шість тижнів згодовування ріпакового насіння настала адаптація рубцевої мікрофлори до підвищеної концентрації олеїнової кислоти, і вона більш ефективно біогідрогенувалась.

Таблиця 2

**Характеристика складу жирних кислот ліпідів плазми крові корів при згодовуванні насіння сорту Дангал, % загальної кількості жирних кислот ( $M \pm m$ ,  $n=6$ )**

Показники	Періоди дослідження					
	Підготовчий		Дослідний			
	Контроль	Дослід	3 тижні згодовування		6 тижнів згодовування	
Контроль			Дослід	Контроль	Дослід	
Сума насичених	36,45 ± 0,38	35,62 ± 0,47	34,42 ± 0,44	34,09 ± 0,37	38,95 ± 1,31	34,97 ± 0,57*
Сума ненасичен.	63,55 ± 0,38	64,47 ± 0,44	65,58 ± 0,64	65,91 ± 0,37	61,05 ± 1,31	65,03 ± 0,53*
Ненас./Насич.	1,744 ± 0,03	1,810 ± 0,03	1,906 ± 0,04	1,933 ± 0,003	1,567 ± 0,08	1,860 ± 0,04*
Сума С12–С16	17,21 ± 0,46	16,49 ± 0,34	15,24 ± 0,24	14,46 ± 0,16*	18,52 ± 1,55	14,55 ± 0,26*
ПНЖК	45,98 ± 0,56	45,66 ± 1,37	50,01 ± 0,83	46,39 ± 2,13	45,32 ± 2,02	48,64 ± 1,72
Сума С18	71,78 ± 0,55	72,82 ± 0,29	74,34 ± 0,63	75,41 ± 0,84	70,83 ± 1,36	75,85 ± 0,30**
Сума n-6	43,18 ± 0,54	42,75 ± 1,35	47,69 ± 0,81	45,39 ± 0,28*	43,08 ± 1,97	44,85 ± 1,87
Сума n-3	2,80 ± 0,18	2,90 ± 0,06	2,32 ± 0,10	2,99 ± 0,11**	2,17 ± 0,19	2,97 ± 0,06**
n-3/n-6	0,0649 ± 0,004	0,0682 ± 0,002	0,0487 ± 0,002	0,0658 ± 0,002***	0,0515 ± 0,002	0,0657 ± 0,004**
Сума непарних	2,87 ± 0,11	3,0 ± 0,21	2,53 ± 0,27	2,65 ± 0,13	3,26 ± 0,12	2,80 ± 0,19
Сума 3n	4,92 ± 0,12	4,41 ± 0,27	5,31 ± 0,23	4,73 ± 0,11*	5,42 ± 0,35	5,18 ± 0,23
Сума 5n	1,14 ± 0,11	1,08 ± 0,10	0,85 ± 0,04	1,00 ± 0,04*	0,59 ± 0,02	0,68 ± 0,03*
Сума транс-18:1	0,746 ± 0,04	0,726 ± 0,05	0,67 ± 0,11	1,01 ± 0,04*	0,72 ± 0,01	1,04 ± 0,02***

Важливо звернути увагу на вміст С18:2 кислоти в складі ліпідів плазми крові, вміст якої у середньому за дослідний період у корів дослідної групи був майже таким як у контролі (39,18 проти 39,28 %, відповідно), однак у крові корів, які отримували ріпакове насіння, зареєстровано менший вміст метаболітів лінолевої кислоти — С18:3 n-6 та С20:3 n-6. Наші результати співпадають з повідомленнями літератури [15, 17]. У плазмі крові корів дослідної групи протягом періоду згодовування насіння ріпаку нижчою була частка ейкозатриєнової кислоти (цис-8,11,14 С20:3), яка асоціюється з атеросклерозом, тому що у пацієнтів, хворих на цю недугу, спостерігається її акумуляція. Встановлено, що С20:3 є потужним агентом агрегації тромбоцитів, вона єдина кислота в фосфоліпідах тромбоцитів, концентрація якої прямо пов'язана з утворенням тромбів [13], крім того, вказана кислота пов'язана з інсуліновою резистентністю [20].

Слід відзначити, що вміст лінолевої кислоти n-3 ряду був вірогідно вищим у ліпідах крові корів дослідної групи впродовж усього періоду згодовування ріпакового насіння (у середньому за дослідний період — на 30,4 %), що підтверджується результатами досліджень інших авторів при згодовуванні насіння [17] та олії ріпаку [15], причому це зростання значно вище, ніж при згодовуванні соєвої олії [21].

Відношення між вмістом суми ПНЖК n-3 і n-6 рядів у складі ліпідів плазми крові було вірогідно вищим у корів дослідної групи. Корови дослідної групи споживали жирні кислоти із вищим вказаним співвідношенням на 14 %, а різниця у складі ліпідів плазми крові

становила 35,1 і 27,5 % на користь корів, що отримували ріпакове насіння, відповідно три та шість тижнів. Це пов'язано, очевидно, із тим, що при згодовуванні канолової олії ліноленова кислота, як засвідчують дані літератури, біогідрогенується менш ефективно, ніж лінолева [21]. Шляхи біогідрогенування лінолевої і ліноленової кислот в рубці є різними, крім того, нашаровується також вплив високої концентрації олеїнової кислоти, що приводить до зростання співвідношення між жирними кислотами n-3 і n-6 рядів у плазмі крові порівняно з екзогенними. При цьому можна зробити важливий висновок про те, що згодовування ріпакового насіння сприяє зміні балансу між жирними кислотами n-3 і n-6 рядів, а це зумовлює різносторонні біологічні впливи й на організм тварини.

У ліпідах плазми крові корів, які отримували ріпакове насіння, за результатами наших досліджень істотно підвищилась частка метаболітів C18:3 n-3–C20:5 і C22:6. При цьому частки арахідонової кислоти та C22:5 залишались майже без змін. Таким чином, наші результати засвідчують, що збільшене надходження і вища частка  $\alpha$ -ліноленової кислоти в екзогенних ліпідах та гальмування її біогідрогенування в рубці сприяє більш активному синтезу ейкозапентаєнової та докозагексаєнової кислот у організмі корів, що відповідно слугує перерозподілу між ейкозаноїдами арахідонового та ейкозапентаєнового походження, чим забезпечуються вагомі біологічні ефекти [22].

Наші результати свідчать про значний вплив згодовування насіння ріпаку на вміст ізомерних форм жирних кислот у ліпідах плазми крові. В першу чергу, слід звернути увагу на істотно вищий вміст транс-11 C18:1 — 0,52 проти 0,30 % через три тижні згодовування та 0,59 проти 0,26 % через шість тижнів згодовування. Істотно зростає також частка транс-6 C18:1, проявляється тенденція до підвищення транс-9 C18:1. Важливо підкреслити, що при цьому частка транс-10 C18:1, з яким пов'язують явище молочножирової депресії [23], не підвищується у плазмі крові корів дослідної групи. Загальна кількість транс-ізомерів C18:1 вища в 1,5 та 1,44 раза у складі ліпідів плазми крові дослідних корів порівняно з контролем на першому та другому етапах періоду згодовування насіння ріпаку, що свідчить про підтримання на стабільному рівні в рубці активності мікроорганізмів групи А, відповідальних за ізомеризацію.

Дослідження шляхів підвищення утворення транс-11 ізомеру в рубці є одним із важливих наукових завдань. Цей ізомер утворюється при біогідрогенуванні лінолевої, ліноленової, а також частково олеїнової кислот. 11- транс-ізомеризація в рубці здійснюється за участі мікроорганізмів виду *B. fibrisolvens*, який відноситься до целюлозолітичної мікрофлори [24]. Тому високий рівень клітковини в раціонах є першою умовою утворення транс-11 ізомерів при наявності відповідних субстратів для біогідрогенування. Екосистема рубця є надзвичайно складною і чутливою до багатьох факторів, зміна яких може істотно порушити баланс між окремими видами мікрофлори, і відповідно, між утвореними транс-позиційними ізомерами, що відображається не тільки на жирнокислотному профілі, але й у відповідях організму, в першу чергу, зниженні синтезу молочних ліпідів (до двох разів) у випадку зростання утворення транс-10-ізомерів.

Ріпакове насіння, на нашу думку, може служити компромісним варіантом серед рослинних джерел ненасичених жирних кислот щодо рівня утворення транс-11 ізомеру. Це зумовлено, по-перше, зниженим співвідношенням між лінолевою та іншими ненасиченими жирними кислотами. По-друге, насіння ріпаку містить значну кількість ліноленової кислоти, яка продукує преференційно транс-11, цис-15-C18:2, тоді як лінолева кислота продукує обидва ізомери — транс-10 і транс-11. По-третє, заміна частини крохмалю в раціонах жиром сприяє попередженню перерозподілу мікрофлори в рубці на користь *M. elshdenii*, оскільки популяція рубця особливо чутлива до змін кількості крохмалю [25]. Важливо відзначити, що для високопродуктивних корів, це має особливо вагоме значення, оскільки підвищення енергетичної цінності раціонів за рахунок жиру замість неструктурних вуглеводів попереджує й інші метаболічні порушення [26].

По-четверте, високий вміст токоферолів у складі насіння ріпаку сприяє розвитку *B. Fibrisolvens* [26]. З другої сторони, форма ліпідної добавки, яку ми пропонуємо — грубо

розмелене насіння, забезпечує повільне вивільнення жирних кислот з ТАГ, а надто швидкий ліполіз також сприяє утворенню транс-10 ізомерів [28]. Крім того, вагоме значення має й те, що часточки насіння, на відміну від олії, сприяють прикріпленню бактерій, це особливо важливо для целюлозолітичної мікрофлори, до якої належить *B. fibrisolvens*, адже мікробна популяція, асоційована з кормовими часточками, забезпечує від 70 до 91 % ензиматичної активності [29].

Ще один важливий аспект нашої роботи — дослідження постійності продукування транс-11 ізомерів на тлі згодовування ріпакового насіння. Адже в літературі є достатньо повідомлень, які вказують на істотне зниження рівня транс-11 ізомерів при тривалому згодовуванні ненасичених жирних кислот [30, 31], що пов'язано з часом, необхідним для адаптації рубцевої мікрофлори. Однак при цьому автори приводять різні дані щодо настання «піку» продукування транс-11 ізомерів — від 5-ти до 21-го дня. У зв'язку з цим, ми поставили завдання дослідити рівень утворення вказаного ізомеру після 21-го дня та до 42-го дня згодовування насіння ріпаку, коли, звичайно, усі адаптаційні процеси завершуються. Результати свідчать проте, що впродовж вказаного періоду, не відбувається зниження продукування транс-11 ізомеру, при цьому також не спостерігається включення «зсуву» основних шляхів біогідрогенування.

## ВИСНОВКИ

Згодовування насіння ріпаку коровам спричиняє зміни складу жирних кислот плазми крові — підвищує індекс ненасиченості, знижує вміст суми середньоланцюгових насичених жирних кислот (C12–C16) у середньому ( $p < 0,05$ ), підвищує співвідношення між вмістом ПНЖК n-3 і n-6 рядів ( $p < 0,01$ ). У плазмі крові корів, які отримували насіння ріпаку, у два рази зростає вміст транс-11 C18:1 (вакценової) кислоти ( $p < 0,001$ ).

**Перспективи подальших досліджень.** У майбутньому планується дослідити вплив ізомерних форм жирних кислот на функціональну активність молочної залози, зокрема поглинання попередників, синтез *de novo* жирних кислот та синтез молочного жиру.

## PLASMA FATTY ACID COMPOSITION IN COWS UNDER FEEDING RAPESEED

*O. Y. Tsisaryk, H. V. Dronyk*

## SUMMARY

The results of studies of fatty acids in cows' blood plasma under feeding them rapeseed variety Danhal are presented in this article. Lipid complex of rapeseed makes modification of the composition blood fatty acids, which shows a tendency to saturation decrease, decreasing content of medium-chain saturated fatty acids (C12-C16), increasing the ratio between the content of PUFA n-3 and n-6 series, and increasing level of trans-11 C18:1. These changes of blood fatty acids composition is a prerequisite for changing the fatty acid composition of milk fat towards enhancing its biological value.

## СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПЛАЗМЫ КРОВИ У КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ИМ СЕМЯН РАПСА

*О. Й. Цисарык, Г. В. Дроник*

## АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследований состава жирных кислот плазмы крови коров при скармливании им семян рапса безэрукового низкоглюкозинолатного сорта Дангал.

Установлено, что липидный комплекс семян рапса осуществляет модификацию состава жирных кислот плазмы крови, которая проявляется тенденцией к снижению степени насыщенности, снижением доли среднепечечных насыщенных жирных кислот (C12-C16), повышением соотношения между содержанием ПНЖК n-3 и n-6 рядов, ростом уровня транс-11 C18:1. Указанные изменения состава жирных кислот плазмы крови являются предпосылкой изменения состава жирных кислот молочного жира, которое обеспечивает повышение его биологической ценности.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *AbuGhazalech A. A.* Diet supplementation with fish oil and sunflower oil to increase conjugated linoleic acid levels in milk fat of partially grazing dairy cows / A. A. AbuGhazalech, L. D. Holmes // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90. — P. 2897–2904.
2. *Chilliard Y.* Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids / Y. Chilliard, A. Ferlay, M. Doreau // *Livestock. Prod. Sci.* — 2001. — 70. — P. 31–48.
3. *Chouinard P. Y.* Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat / P. Y. Chouinard [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2001. — 84. — P. 680–690.
4. *Cruz-Hernandez C.* Evaluating the conjugated linoleic acid and trans 18:1 isomers in milk fat of dairy cows fed increasing amounts of sunflower oil and a constant level of fish oil / C. Cruz-Hernandez [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90. — P. 3786–3801.
5. *Shultz T. D.* Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and  $\beta$ -carotene on the in vitro growth of human cancer cells / T. D. Shultz [et al.] // *Cancer Lett.* — 1992. — 63. — P. 125–133.
6. *Schonberg S.* The inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives (CLA) of linoleic acid on the growth of human tumor cell lines is in part due to increased lipid peroxidation / S. Schonberg, H. E. Krokan // *Anticancer Res.* — 1995. — 15. — P. 1241–1246.
7. *Kritchevsky D.* Conjugated linoleic acid isomer effects in atherosclerosis: Growth and regression of lesions / D. Kritchevsky [et al.] // *Lipids.* — 2004. — 39. — P. 611–616.
8. *Kritchevsky D.* Influence of graded levels of conjugated linoleic acid (CLA) on experimental atherosclerosis in rabbits / D. Kritchevsky [et al.] // *Nutr. Res.* — 2002. — 22. — P. 1275–1279.
9. *Richter W. O.* Biological effects of conjugated linoleic acids / Richter W. O. // *Joint International Congress and Expo «Lipids, Fats and Oils — Opportunities and Responsibilities in the New Century (October 8–10, 2000).* — Germany, Würzburg, 2000. — P. 7.
10. *Chichlowski M. W.* Altering the fatty acids in milk fat by including canola seed in dairy cattle diets / M. W. Chichlowski [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2005. — 88. — P. 3084–3094.
11. *Bayourthe C.* Effects of different forms of canola oil fatty acids plus canola meal on milk composition and physical properties of butter / C. Bayourthe, F. Enjalbert, R. Moncoulon // *J. Dairy Sci.* — 2000. — 83. — P. 690–696.
12. *Grummer R. R.* Effect of feed on the composition of milk fat / R. R. Grummer // *J. Dairy Sci.* — 1991. — 74. — P. 3244–3257.
13. *Ulbricht T. L. V.* Coronary heart disease: Seven dietary factors / T. L. V. Ulbricht, D. A. T. Southgate // *Lancet.* — 1991. — 338. — P. 985–992.
14. *Sol Morales M.* Effects of fat source and copper on unsaturation of blood and milk triacylglycerol fatty acids in Holstein and Jersey cows / M. Sol Morales, D. L. Palmquist, W. P. Weiss // *J. Dairy Sci.* — 2000. — 83. — P. 2105–2111.
15. *Loor J. J.* Nutrient digestion, biohydrogenation, and fatty acid profiles in blood plasma and milk from lactating Holstein cows fed canola oil or canolamide / J. J. Loor, J. H. Herbein, T. C. Jenkins // *Anim. Feed Sci Technol.* — 2002b. — 97. — P. 65–82.

16. *Sol Morales M.* Effects of fat source and copper on unsaturation of blood and milk triacylglycerol fatty acids in Holstein and Jersey cows / M. Sol Morales, D. L. Palmquist, W. P. Weiss // *J. Dairy Sci.* — 2000. — 83. — P. 2105–2111.
17. Milk fatty acid composition and mammary lipid metabolism in Holstein cows fed protected or unprotected canola seeds / L. Delbecchi [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2001. — 84. — P. 1375–1381.
18. *Delbecchi L.* Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents / T. M. Beam [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2000. — 83. — P. 2564–2573.
19. *Enjalbert F.* In vitro versus in situ ruminal biohydrogenation of unsaturated fatty acids from a raw or extruded mixture of ground canola seed/canola meal / F. Enjalbert [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2003. — 86. — P. 351–359.
20. *Kusonoki M.* Relationship between serum concentration of saturated fatty acids and unsaturated fatty acids and the homeostasis model insulin resistance index in Japanese patients with type 2 diabetes mellitus / M. Kusonoki [et al.] // *J. Med. Invest.* — 2007. — 54. — P. 243–247.
21. *Loor J. J.* Characterization of 18:1 and 18:2 isomers produced during microbial biohydrogenation of unsaturated fatty acids from canola or soybean oil in the rumen of lactating cows / J. J. Loor, A. B. P. A. Bandara, J. H. Herbein // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berlin)*. — 2002a. — 86. — P. 422–432.
22. *Nakamura M. T.* Metabolism and function of highly unsaturated fatty acids: an update / M. T. Nakamura [et al.] // *Lipids*. — 2001. — 36. — P. 961–964.
23. *Griinari J. M.* Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating cows / J. M. Griinari [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 1998. — 81. — P. 1251–1261.
24. *Kepler C. R.* Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. IV. Substrate specificity and inhibition of linoleate  $\Delta^{12}$ -cis,  $\Delta^{11}$ -trans isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens* / C. R. Kepler, W. P. Tucker, S. B. Tove // *J. Biol. Chem.* — 1970. — 245. — P. 3612–3620.
25. *Tajima K.* Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR / K. Tajima [et al.] // *Appl. Environ. Microbiol.* — 2001. — 67. — P. 2766–2774.
26. *Вудмаска І. В.* Метаболізм у рубці та його вплив на жирнокислотний склад ліпідів молока корів за різного вуглеводного і ліпідного складу раціону : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія» / І. В. Вудмаска. — Львів, 2008. — 32 с.
27. *Pottier J.* Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation pathways and milk fat depression in dairy cows fed high-fat diets / J. Pottier [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2006. — 89. — P. 685–692.
28. *Loor J. J.* Biohydrogenation, duodenal flow, and intestinal digestibility of trans fatty acids and conjugated linoleic acids in response to dietary forage: concentrate ratio and linseed oil in dairy cows / J. J. Loor [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2004b. — 87. — P. 2472–2485.
29. *Miron J.* Adhesion mechanism of rumen cellulolytic bacteria : invited review / J. Miron, D. Ben-Ghedalia, M. Morrison // *J. Dairy Sci.* — 2001. — 84. — P. 1294–1309.
30. *Dhiman T. R.* Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid / T. R. Dhiman [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2000. — 83. — P. 1016–1027.
31. *AbuGhazaleh A. A.* Conjugated linoleic acid increases in milk when cows fed fish meal and extruded soybeans for an extended period of time / A. A. AbuGhazaleh [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2004a. — 87. — P. 1758–1766.

**Рецензент:** доктор сільськогосподарських наук ІБТ НААН України П. В. Стапай