

УДК 637.1:636.2.084

**Цісарик О.Й.**, кандидат біологічних наук, доцент, ([tsisaryk\\_o@yahoo.com](mailto:tsisaryk_o@yahoo.com))<sup>©</sup>  
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій  
імені С.З. Гжицького

## ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ МОЛОЧНОГО ЖИРУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ В ГОДІВЛІ КОРІВ ЛІПІДНИХ ДОБАВОК

У статті проаналізовано сучасні відомості про компоненти ліпідів молока з функціональними властивостями та способи підвищення їх вмісту, а також приведено результати власних досліджень, в яких вивчався вплив на біологічну цінність молока та вершкового масла включення до раціонів корів насіння ріпаку, як ліпідної добавки.

**Ключові слова:** корови, молоко, молочний жир, вершкове масло, біологічна цінність, насіння ріпаку

*Нехай їжа буде твоєю медициною  
Гіпократ*

Дискусії щодо корисності споживання молока для дорослої людини тривають. Наприклад, поширеним є твердження про те, що захворюваність серцево-коронарними захворюваннями позитивно корелює із рівнем споживання незбираного молока. Причину цього вбачають у протеїнах оболонки жирових кульок, які проявляють антигенні властивості [1]. Однак, інші автори вважають, що імунологічні експерименти, за результатами яких було зроблено такі висновки, викликають багато зауважень і не можуть бути сприйняті достатньо переконливо [2].

Шкідливий вплив споживання молочного жиру пов'язують також із досить високим вмістом у ньому кислот С12:0, С14:0 і С16:0, які сприяють підвищенню рівня сироваткового холестеролу і ліпопротеїнів дуже низької щільності, що зумовлює розвиток ісулінорезистентності, атеросклерозу і коронарних тромбозів [3]. Однак, на думку багатьох дослідників, схильність до кардіоваскулярних захворювань є генетично детермінована, а, крім того, людина споживає багато інших жирів, крім молочних, тому висновок, що саме молочні жири спричиняють ці захворювання, є перебільшеним [5,6]. Для диференціювання жирів, які споживає людина, існують певні маркери, зокрема, встановлено, що для молочних жирів таким маркером служить концентрація пентадеканової кислоти в сироватці крові [7].

Останні повідомлення засвідчують позитивний зв'язок між споживанням незбираного молока, а також молочних продуктів з високим вмістом жиру (масло, сири) та здоров'ям людини [7-9]. Вард і співавтори [10], аналізуючи вплив споживання молочного жиру на здоров'я людини, поставили запитання, що лежить в першооснові синтезу і секреції молочного жиру – фізіологічні

аспекти чи потреби новонароджених організмів, і якщо відштовхуватись від фізіологічної доцільності, значно простішим є альтернативний шлях – синтез ліпопротеїнів, які не потребують подвійного оболонкового покриття. Автори висунули гіпотезу, що еволюційний шлях, який ґрунтувався на потребах новонароджених у макро- і мікронурієнтах, в тому числі, й незамінних, зіграв основну роль у формуванні існуючого складу жирних кислот, включаючи їхні мембрани. Саме під таким кутом зору слід розглядати усі компоненти молочного жиру. Оскільки молоко забезпечує всі потреби новонароджених організмів, воно не може бути простим учасником еволюції, а, швидше, її рушієм із складною селекцією ефективності і сили впливів. Тому, виходячи з цього, зроблено висновок про неможливість наявності у молоці компонентів, які б не відігравали важливої ролі з точки зору живлення і харчування. Це є важливий аргумент у дискусії про корисність чи небезпеку для здоров'я людини споживанням молока.

Ще одним фактором, який насторожує споживачів молока, є наявність *транс*-ізомерів жирних кислот у складі молочного жиру. *Транс*-ізомери жирних кислот у багатьох споживачів асоціюються з ризиками для здоров'я, зокрема, захворюваннями серця [11], а також посиленні запальних реакцій [12]. При цьому не враховується позиційне розташування подвійного зв'язку. *Транс*-8 і *транс*-9 ізомери С18 ненасичених жирних кислот спричиняють підвищення рівня ліпопротеїнів низької щільності [13]. В багатьох роботах підтверджено негативний для здоров'я людини ефект підвищених доз *транс*-10 ізомеру [14,15]. Натомість *транс*-11 ізомери здійснюють позитивний вплив, насамперед *цис*-9, *транс*-11 кон'югована лінолева кислота (КЛК), яка є жирною кислотою з найунікальнішими біологічними властивостями [16].

**Джерела походження *транс*-ізомерів ненасичених жирних кислот.** *Транс*-ізомери утворюються під час біогідрогенування ненасичених жирних кислот. В умовах промислового біогідрогенування рослинних олій під час виробництва маргарину вони утворюються у великих кількостях (у твердих маргаринах міститься до 42 % у складі жирних кислот), *транс*-зв'язок при цьому в основному розташовується у 9-ій позиції [17].

Жир жуйних містить лише сліди *транс*-8, 9 і 10 ізомерів. У рубці корови переважно утворюються *транс*-11 ізомери, відповідальними за *транс*-11 ізомеризацію є бактерії виду *Butyrivibrio fibrisolvens* [18]. При порушенні нормальних умов у рубці за певних годівельних умов (висококонцентратний тип годівлі, низький рівень клітковини, значні дози поліненасичених жирних кислот) основні шляхи біогідрогенування змінюються, в результаті чого настає їх «зсув» – зниження утворення *транс*-11 і збільшення утворення *транс*-10 ізомерів [19]. Гідрогенування *цис*-12 зв'язку можливе за умови утворення *транс*-10 зв'язку, аналогічно до можливого гідрогенування *цис*-9 за умови утворення *транс*-11 зв'язку [20]. Кімом і Расселом із вмісту рубця була ізолювана бактерія, яка здатна продукувати *транс*-10 ізомери (*Megasphaera elsdenii*) [Цит. 21]. *Транс*-10 ізомери проявляють антиліпогенний ефект, в тому числі спричиняють явище молочножирової депресії у корів. Відповідно

дослідження шляхів утворення різних позиційних *транс*-ізомерів є актуальною науковою проблемою [22-25].

Середній вміст *транс*-ізомерів С18:1 у жирнокислотній композиції молочного жиру становить 3,74% [26], з них біля 78 % припадає на *транс*-11 ізомер, а з-посеред *транс*- ізомерів С18:2 домінуючим є *цис*-9, *транс*-11, його вміст переважає у 25 разів вміст *транс*-10, *цис*-12 С18:2 [27].

*Транс*-ізомери ненасичених жирних кислот за винятком *транс*-11, включаються в основному в триацилгліцероли, останні включаються великою мірою в мембранні фосфоліпіди. Це не єдиний прояв нетипової поведінки *транс*-11 ізомерів, наприклад *цис*-9, *транс*-11 КЛК поводить себе як різні кислоти: включається у триацилгліцероли як олеїнова кислота, у фосфоліпіди – як арахідонова, а метаболізується як лінолева, відповідно модулюючи ейкозаноїдні шляхи [16].

**Функціональні властивості *цис*-9, *транс*-11 КЛК.** Відомо, що жирні кислоти відповідальні за властивості мембран, забезпечують перебіг мембранозв'язаних реакцій, зокрема сигнальної трансдукції. Вони є попередниками фосфоліпідів, гліколіпідів, простагландинів, лейкотриєнів, оксиліпінів та ін., що разом із відповідними ферментами метаболізму цих сполук утворюють складну регуляторну матрицю для підтримання внутрішньоклітинного гомеостазу на належному рівні. Фундаментальним досягненням останнього десятиліття стало відкриття факту, що жирні кислоти є регуляторами експресії генів, і хімічна структура жирної кислоти є визначальним чинником контролю такої регуляції [28]. Жирні кислоти регулюють транскрипцію генів за кількома механізмами. Деякі з них включають зв'язування жирних кислот з ядерними рецепторами, модулюючи активність останніх, інші ґрунтуються на непрямому впливі жирних кислот на наявність і розподіл різноманітних факторів транскрипції в ядрі клітини [29].

Одним із найважливіших відкриттів останніх років у галузі біохімії молока стало з'ясування різносторонніх біологічних властивостей *цис*-9, *транс*-11 КЛК. Поштовхом до цього послужили дослідження Парізи та співавторів, в яких було показано антимутагенний вплив присутньої в молоці і м'ясі жуйних *цис*-9, *транс*-11 КЛК. Результати досліджень методів її аналізу, властивостей, кількості, хімічного синтезу, біосинтезу і впливу висвітлено у «Advances in Conjugated Linoleic Acid Research», яка має уже три видання, останнє датоване 2006 р. Джерелом *цис*-9, *транс*-11 КЛК в раціонах людини є молочні продукти (70%) та яловичина (30%) [30]. Концентрація *цис*-9, *транс*-11 КЛК в молочних продуктах залежить від концентрації її в сирому молоці [31]. У свою чергу, рівень *цис*-9, *транс*-11 КЛК в молочному жирі залежить від біогідрогенування поліненасичених жирних кислот рубцевою мікрофлорою і походить із двох джерел – абсорбції *цис*-9, *транс*-11 С18:2, що уникнула повного біогідрогенування, та ендогенного синтезу шляхом десатурації *транс*-11 С18:1, що є більш потужним джерелом [32]. Шляхом ендогенного синтезу утворюється за результатами, які наводять різні автори, від 60 % [33], 80% [34], 91% [35] та до 93% [19] *цис*-9, *транс*-11 КЛК в молоці.

Важливим є те, що в тканинах людини *транс*-11 С18:1 також десатурується до *цис*-9, *транс*-11 КЛК [36], повідомляється, що близько 50% *транс*-11 С18:1 перетворюється в тканинах людини у КЛК [37]. Нещодавно продемонстровано, що *транс*-11 С18:1, крім того, самостійно проявляє позитивні впливи на здоров'я людини [38].

Серед біологічних впливів *цис*-9, *транс*-11 КЛК насамперед слід виділити її **антиканцерогенну дію**. Експериментально встановлено, що *цис*-9, *транс*-11 КЛК інгібує розвиток меланоми, лейкемії, мезотеліоми, гліобластоми, а також ракових клітин простати, прямої кишки, яєчників [39]. Особлива роль вказаного ізомеру КЛК належить у попередженні раку молочної залози у жінок, результати епідеміологічних досліджень засвідчують негативну кореляцію між вмістом *цис*-9, *транс*-11 КЛК у жировій тканині молочної залози і наявністю злоякісних пухлин [40]. Нещодавно експериментально доведено, що додавання 1% КЛК до раціонів щурів при хімічному індукуванні канцеру знижує вдвічі кількість пухлин і їх масу [40].

Механізм антиканцерогенної дії КЛК, незважаючи на численні дослідження, залишається не до кінця з'ясованим. Одне з пояснень механізму антиканцерогенної дії опиралось на антиоксидантних властивостях дієвих кон'югатів [41]. Проте щодо антиоксидантних властивостей *цис*-9, *транс*-11 КЛК результати експериментальних досліджень суперечливі [42].

КЛК може діяти завдяки зниженню активності клітинної проліферації і підвищення швидкості апоптозу [43] шляхом впливу на синтез ейкозаноїдів. Ейкозаноїди, які походять із арахідонової кислоти, спричиняють розвиток пухлин молочної залози, можливо, завдяки взаємодії із ростовими факторами і онкогенами [44]. Експериментально підтверджено, що додавання *цис*-9, *транс*-11 КЛК до раціону щурів на 50 % знижує у жировій тканині і тканині молочної залози вміст С20:4, яка є найпершим субстратом для циклооксигенази і ліпоксигенази у ейкозаноїдному синтезі. Тоді як *цис*-9, *транс*-11 КЛК лише у незначній кількості метаболізується шляхом елонгації і десатурації [45].

Дія *цис*-9, *транс*-11 КЛК може полягати і у впливі на сигнальну трансдукцію мембранозв'язаних протейнів, наприклад, рецепторів фактору росту. Дослідженнями Іпа продемонстровано, що всі ізомерні форми в основному включаються в тканинні триацилгліцероли, однак лише *цис*-9, *транс*-11 КЛК ізомер включається в мембранні фосфоліпіди [46]. Нещодавно показано, що цитотоксична дія на клітини канцеру пов'язана із впливом на інсулін-подібні фактори росту-1, високий рівень яких асоціюється із розвитком канцеру [47].

Показано, що *цис*-9, *транс*-11 КЛК істотно (до 5 разів) підвищує абсорбцію ретинолу шляхом впливу на експресію гену для ретинолзв'язувального протейну [48], можливо, цим пояснюється її антиканцерогенний вплив.

Дослідники вважають, що механізм дії КЛК може варіювати, великою мірою він залежить від регуляції тканинно-специфічних процесів і вигідний

вибір із спектру механізмів дії КЛК може базуватись на виді тканини і типі канцеру, для яких дія КЛК є ефективною [49].

*Цис-9, транс-11* КЛК проявляє **антиатерогенну** [50] дію, механізм такого впливу не встановлений. Експериментально підтверджений також **антидіабетичний** вплив *цис-9, транс-11* КЛК [51]. *Цис-9, транс-11* КЛК є **антиалергенним** фактором завдяки впливу на синтез ейкозаноїдів, похідних С20:4, а також через вплив на В-лімфоцити, який проявляється у підвищенні синтезу імуноглобулінів класів А, М і G, однак зниженні – класу Е [48]. Вважається, що при цьому проявляється модулювальний вплив на функцію ліпідних рафтів [52], які чутливі до модифікації жирнокислотного складу. Ці мембранні мікродомени беруть участь у процесах інвагінації, сигнальної трансдукції, ендоцитозу тощо.

До важливих відкриттів належить доведення факту, що *цис-9, транс-11* С18:2 є високоафінним лігандом і активатором ядерних рецепторів, які активуються пероксисомальним проліфератором (PPAR) [53], що й зумовлює різносторонні модулювальні впливи [54].

**Споживання цис-9, транс-11 КЛК.** Як було зазначено вище, *цис-9, транс-11* КЛК людина отримує у складі молочного жиру або яловичини [30]. Показано, що рівень споживання РК у США становив 0,098 г/добу в 1999 р., до 2007 р він зріс вдвічі [55]. Однак цього не достатньо для забезпечення профілактичного антиканцерогенного впливу [55].

Епідеміологічні дослідження ізомерного складу жирних кислот молочного жиру жіночого молока показали, що при обмеженому споживанні незбираного молока і молочних продуктів з високим вмістом молочного жиру домінують *транс-6,7,8,9* і 10 ізомери С18 ненасичених жирних кислот, натомість при споживанні молока – *транс-11* ізомери [56]. В організмі людини *транс*-ізомери жирних кислот не синтезуються, відповідно, наявні у тканинах тіла є екзогенного походження [57]. Наприклад, у молочному жирі жіночого молока у США рівень *цис-9, транс-11* КЛК становить 2,0 мг/г при низькому споживанні молока і 3,8 мг/г – при високому, натомість у Австралії – 5,8 мг/г, а у жінок послідовників Крішні, дієти яких відзначаються переважанням молочних продуктів, – 11,2 мг/г [58]. Слід відзначити, що дитячі молочні суміші не містять *цис-9, транс-11* КЛК, а, враховуючи роль вказаного ізомеру у профілактиці раку молочної залози при його вживанні в ранньому періоді розвитку дівчат (під час розвитку протоків і термінальних лобулів молочної залози) [58], важливо загострити на цьому увагу виробників дитячих молочних продуктів. Надзвичайно важливо пропагувати споживання незбираного молока і високожирних молочних продуктів під час грудного вигодовування. Завдання ж спеціалістів у галузі лактації – підвищення рівня *цис-9, транс-11* КЛК у складі молочного жиру корів.

**Фактори впливу на вміст КЛК в молочному жирі.** Різниці у вмісті *цис-9, транс-11* КЛК в молоці залежать від рівня її утворення в рубці, а також утворення її попередника (*транс-11* С18:1) для ендogenous синтезу. Цей рівень зумовлений годівельними факторами, а також активністю  $\Delta^9$ -десатурази в

тканині молочної залози [19, 34]. Експериментально підтверджено, що для підвищення вмісту *цис*-9, *транс*-11 КЛК в молоці найуспішнішим є шлях маніпуляції з годівельними раціонами [59]. Дані про діпазан коливань вмісту в молоці для *цис*-9, *транс*-11 18:2 (між мінімальним і максимальним значенням майже у 10 разів) і для *транс*-11 18:1 (майже у 20 разів) [26] свідчать про можливість істотної модифікації їхнього вмісту в молоці. Численні дослідження показують, що рівень *цис*-9, *транс*-11 КЛК у молочному жирі можна підвищити: додаванням до раціонів ненасичених жирних кислот у складі ліпідів рослинного походження [60,61] та риб'ячої олії [62], компонуванням раціонів з метою зміни шляхів рубцевої ферментації [18] або додаванням до раціонів синтетичних препаратів КЛК [63].

Виходячи із шляхів утворення *цис*-9, *транс*-11 КЛК, сьогодні виокремлюють чотири способи, за допомогою яких можна підвищити її концентрацію у складі молочного жиру: 1) збільшення надходження С18 поліненасичених жирних кислот з кормом; 2) інгібування фінального кроку гідрогенування *транс*-11 С18:1 з метою її акумуляції у вмісті рубця; 3) регулювання шляхів рубцевого біогідрогенування з метою отримання максимальної продукції *транс*-11 С18:1, як основного попередника для ендogenous синтезу *цис*-9, *транс*-11 С18:2; 4) підвищення  $\Delta^9$ -десатураційної активності і рівня десатурації *транс*-11 С18:1 у *цис*-9, *транс*-11 С18:2 [49].

Збільшити надходження С18 поліненасичених жирних кислот з кормом можна за рахунок згодовування коровам ліпідних добавок рослинного походження, серед яких особливе місце займає насіння ріпаку. Біля 40% маси насіння становить ліпідний комплекс. Ліпідними добавками досягається підвищення концентрації енергії у раціонах, що має важливе значення для високопродуктивних корів, і, що важливо, при цьому зменшується частка легкозасвоюваних вуглеводів, чим здійснюється низка позитивних впливів на метаболізм у рубці. Склад жирних кислот насіння ріпаку відзначається збалансованим співвідношенням між кислотами n-9, n-6 і n-3 рядами, зокрема у насінні сорту Дангал, який ми використовували в дослідженнях, воно становить 2,8 : 1,5: 1, що має важливе значення для модифікувального впливу на склад жирних кислот молока.

Результати проведених нами досліджень показали, що насіння ріпаку можна успішно використовувати для збагачення молока *транс*-11 С18:1 і *цис*-9, *транс*-11 С18:2 (табл. 1). У молоці корів, які отримували ріпакове насіння, вміст *транс*-11 С18:1 був вдвічі вищим порівняно з контролем. Другим за кількістю серед *транс*- С18:1 ізомерів у молочному жирі корів контрольної групи був *транс*-10, а в корів дослідної групи – *транс*-6 С18:1.

Серед *транс*-ізомерів С18:2 у ліпідах молока виявлено *цис*-9, *транс*-11 КЛК, у молочному жирі корів контрольної групи її кількість була незначною – до 0,1 %, а дослідної – її рівень зріс майже втричі. Таке зростання зареєстровано впродовж усього періоду згодовування ріпакового насіння. Дані літератури щодо ізомерних форм жирних кислот у складі молочного жиру при згодовуванні насіння чи олії ріпаку дуже обмежені, так у огляді Глессера,

датованому 2008 р., на жаль, вони взагалі не приведені [64]. Результатами досліджень, у яких коровам згодовували ріпакову олію показано, що частка *транс*-11 С18:1 у молочному жирі зростає майже в чотири рази, а *цис*-9, *транс*-11 С18:2 – майже вдвічі, однак при цьому встановлено інгібувальний вплив на мікрофлору рубця, а згодовування кальцієвих солей ріпакової олії спричинило значно менше зростання *транс*-11 С18:1 та навіть істотне зниження *цис*-9, *транс*-11 С18:2 [65].

Для максимального утворення *транс*-11 С18:1 і *цис*-9, *транс*-11 КЛК у рубці необхідно: по-перше, створити умови для активної ізомеризації ненасичених жирних кислот і утворення *транс*-11 позиційних ізомерів, тобто для *B. fibrisolvans*, по-друге, забезпечити достатню концентрацію субстратів для ізомеризації, по-третє, інгібувати останній крок біогідрогенування – повне сатуравання, по-четверте, попередити утворення інших позиційних *транс*-ізомерів, в першу чергу, *транс*-10. Однак ці умови є взаємосуперечливими. Так, висока коенцентрація ненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої, пригнічує целюлозолітичну мікрофлору, а гальмування останнього кроку біогідрогенування, зокрема за допомогою С20:5 і С22:6 [66] супроводжується акумулюванням також інших позиційних ізомерів, особливо *транс*-10. Тому необхідно шукати компромісні варіанти, одним із таких варіантів є використання подрібненого насіння ріпаку. Воно забезпечує знижену, однак достатньо високу концентрацію С18:2, високу концентрацію олеїнової кислоти, яка також вносить свій вклад в утворення *транс*-11, достатньо високу концентрацію С18:3, яка також збільшує утворення *транс*-11 С18:1 і забезпечує збільшене її надходження до тканин молочної залози. Крім того, грубе подрібнення насіння, яке ми пропонуємо, сповільнює ліполіз триацилгліцеролів, що зумовлює сприятливі умови для *B. fibrisolvans*. Необхідною умовою є також достатня кількість клітковини в раціоні, зменшення частки неструктурних вуглеводів (насінням ріпаку ми заміняємо частину крохмалю), підтримання оптимального значення рН (в межах 6,5). Високий рівень грубих кормів та помірні кількості неструктурних вуглеводів та ліпідів – умови, які були створені в наших експериментах, забезпечують утворення *транс*-11, тоді як високі кількості концентратів з легкоферментованими вуглеводами та значна кількість ліпідів, багатих на поліненасичені жирні кислоти, спричиняють «зсув» шляхів біогідрогенування. З другого, боку, необхідно створити умови для активного десатуравання *транс*-11 С18:1 у тканині молочної залози. Цього можна досягнути, попереджуючи інгібування активності Δ-десатурази у тканині молочної залози. Постабсорбційна присутність *транс*-11 С18:1 сприяє ендогенному синтезу *цис*-9, *транс*-11 С18:2, що доказано експериментально [160]. Нашими результатами також зареєстровано підвищення десатуразного індексу для *транс*-11 С18:1.

Вершкове масло, виготовлене з молока корів, яким згодовували насіння ріпаку, наділене функціональними властивостями, оскільки воно містить таку кількість *цис*-9, *транс*-11 КЛК та *транс*-11 С18:1, яка забезпечує лікувально-

профілактичний ефект при фізіологічній дозі його вживання (табл. 2). Таблиця 1

**Ізомерний склад С18 жирних кислот молока при згодовуванні коровам насіння ріпаку, % від загальної кількості жирних кислот ( $M \pm m$ ,  $n=6$ )**

Код жирних кислот	Періоди дослідження					
	підготовчий		дослідний			
			3 тижні згодовування		6 тижнів згодовування	
К	Д	К	Д	К	Д	
C18:0	8,82 ± 0,87	12,67 ± 1,16*	10,55 ± 0,44	12,49 ± 1,81	8,78 ± 0,33	13,77 ± 0,87**
<i>транс</i> -6 C18:1	0,23 ± 0,002	0,37 ± 0,04*	0,25 ± 0,01	0,37 ± 0,03*	0,22 ± 0,008	0,40 ± 0,01***
<i>транс</i> -9 C18:1	0,22 ± 0,02	0,27 ± 0,03	0,21 ± 0,01	0,32 ± 0,02*	0,19 ± 0,01	0,30 ± 0,01***
<i>транс</i> -10 C18:1	0,31 ± 0,02	0,40 ± 0,06	0,36 ± 0,03	0,36 ± 0,06	0,31 ± 0,02	0,29 ± 0,03
<i>транс</i> -11 C18:1	1,0 ± 0,15	1,3 ± 0,08	1,0 ± 0,08	1,92 ± 0,13**	0,80 ± 0,08	2,0 ± 0,04***
<i>цис</i> -6 C18:1	0,34 ± 0,03	0,42 ± 0,03	0,33 ± 0,03	0,45 ± 0,03*	0,33 ± 0,02	0,45 ± 0,03*
<i>цис</i> -9 C18:1	21,40 ± 2,32	21,80 ± 1,27	20,55 ± 1,0	24,32 ± 1,0*	18,40 ± 0,44	23,46 ± 0,29***
<i>цис</i> -11 C18:1	1,11 ± 0,27	0,87 ± 0,06	0,81 ± 0,06	1,09 ± 0,09*	0,76 ± 0,07	0,81 ± 0,07
<i>цис</i> -12 C18:1	0,41 ± 0,07	0,39 ± 0,06	0,38 ± 0,05	0,46 ± 0,09	0,37 ± 0,06	0,41 ± 0,07
<i>транс</i> -9, <i>цис</i> -12 C18:2	0,07 ± 0,03	0,01 ± 0,002	0,030 ± 0,009	0,038 ± 0,014	ND	ND
<i>цис</i> -9, <i>цис</i> -12 C18:2	2,23 ± 0,22	1,86 ± 0,29	2,17 ± 0,99	1,97 ± 0,35	1,74 ± 0,04	1,87 ± 0,26
<i>цис</i> -9, <i>транс</i> -12, <i>цис</i> -15 C18:3	0,08 ± 0,001	0,11 ± 0,02*	0,12 ± 0,009	0,14 ± 0,019	0,10 ± 0,01	0,14 ± 0,005**
<i>цис</i> -9, <i>цис</i> -12, <i>цис</i> -15 C18:3	0,23 ± 0,02	0,17 ± 0,02	0,14 ± 0,01	0,15 ± 0,02	0,14 ± 0,002	0,18 ± 0,01**
<i>цис</i> -9, <i>транс</i> -11 C18:2	0,13 ± 0,006	0,11 ± 0,023	0,097 ± 0,001	0,287 ± 0,02***	0,097 ± 0,004	0,289 ± 0,010***

Експериментально підтверджено, що дорослій людині для проявлення антиканцерогенної дії необхідно добуву дозу 620 мг вакценової та 440 мг рубцевої кислоти [30]. Виходячи із вмісту цих ізомерів жирних кислот у складі молочного жиру корів, яким згодовували ріпакове насіння, за нашими даними 50 г його містить 980 мг вакценової та 140 мг рубцевої кислоти (або це 60 г масла з м.ч.ж 82%). До 50 % вакценової кислоти в організмі людини може перетворитись у кон'юговану лінолеву, таким чином, 50 г такого молочного жиру повністю забезпечує добуву потребу людини в антиканцерогенних сполуках. Якщо врахувати вплив інших антиканцерогенних сполук, зокрема



масляної, ізоміристинової та ізопальмітинової кислот і сполук, що містяться у оболонках жирових кульок, то можна з упевненістю ствердити, що таке масло, чи інші продукти з високим вмістом жиру – сир, вершки, морозиво-пломбір тощо, наділені функціональними властивостями. Для такого самого ефекту, необхідно спожити у 2,5 рази більше молочного жиру, отриманого з молока корів, яким не згодовували ріпакове насіння, а це перевершує допустимі норми споживання жиру в дієтах людини.

Таблиця 2

**Вміст *транс-11* вакценової та *цис-9*, *транс-11* кон'югованої лінолевої кислот, г у 100 г масла з м.ч.ж. 80% (M ± m, n=6)**

Код кислот/ групи	Періоди дослідження					
	підготовчий		дослідний			
			3 тижні згодовування		6 тижнів згодовування	
	К	Д	К	Д	К	Д
<i>транс-11</i> C18:1	0,80 ± 0,12	1,04 ± 0,06	0,80 ± 0,06	1,53 ± 0,11*	0,64 ± 0,06	1,60 ± 0,04**
<i>цис-9</i> , <i>транс-11</i> C18:2	0,11 ± 0,005	0,09 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,23 ± 0,01**	0,08 ± 0,03	0,23 ± 0,01**

Крім впливу на ізомерний склад ненасичених жирних кислот, ліпідний комплекс насіння ріпаку забезпечив модифікацію складу жирних кислот молока в напрямі, який визначено сучасною медициною. Це стосується, насамперед, зниження частки середньоланцюгових насичених жирних кислот (в середньому на 18 %), причому найсильніше C14:0 – кислоти, яка володіє вираженішим атерогенним впливом, через що у атерогенному індексі жиру [3] показник її вмісту збільшують у чотири рази. Зростання вмісту n-3 лінолевої кислоти в молочних ліпідах супроводжувалось майже синхронним зниженням вмісту арахідонової кислоти. Це спричинило зміну відношення між кислотами n-3 та n-6 ряду, яке в середньому на 23 % було вищим порівняно з контролем. У дієтах західних мешканців співвідношення між вмістом поліненасичених жирних кислот n-6 і n-3 рядів становить 20:1 – 50:1 при оптимальному 5:1. За рахунок згодовування насіння ріпаку воно знизилось у молочному жирі від 9,76:1 у контролі до 8,13:1 в дослідній групі (у середньому за дослідний період).

Біологічну цінність жиру нині визначають за його індексами, які враховують складні взаємні впливи [3]. Про необхідність визначення індексів жиру для визначення його біологічного впливу вказують факти, що з-посеред насичених жирних кислот не всі спричиняють підвищення рівня холестеролу у крові, наприклад, стеаринова кислота, а коротколанцюгові насичені жирні кислоти зумовлюють зворотний вплив [3]. Відповідно, не всі ненасичені жирні кислоти володіють потенційно позитивним впливом – наприклад із підвищеним вживанням лінолевої кислоти та продукцією ейкозаноїдів арахідонової серії пов'язані ракові захворювання (особливо молочної залози), запальні процеси, алергічні реакції, схильність до агрегації тромбоцитів та утворення тромбів. Натомість із підвищеним вживанням жирних кислот n-3 ряду, навпаки, пов'язують антиканцерогенні ефекти, протизапальні, протиалергічні,

антитромбогенні впливи, однак при цьому можливі імунодепресивні явища. В той же час, дефіцит незамінних жирних кислот зумовлює цілу низку порушень здоров'я та, навіть, летальний результат.

Опираючись на дані 16 дослідів, встановлено, що з-поміж C12-C18:0 кислот, найбільшим ефектом підвищення рівня холестеролу володіє C14:0, що пояснюється еволюційно сформованим невисоким (0-2% від енергетичної цінності дієти) рівнем споживання C14:0 у дієтах людини [67]. Підвищена частка C12-14 кислот у дієтах людини спричиняє: зростання триацилгліцеролів у гепатоцитах і надпродукцію ЛПДНЩ та впливає на метаболізм ліпопротеїнів за специфічним механізмом – знижуючи активність рецепторів ЛПНЩ, та неспецифічним – пригнічуючи ліпопротеїніпазу і поглинання триацилгліцеролів тканинами, сприяючи довшому перебуванню ЛПДНЩ у крові та перетворенню їх у ЛПНЩ [68]. Крім того, кислоти C12-C14 пригнічують окиснення жирних кислот з довшим ланцюгом у гепатоцитах, сприяючи в них акумуляції триацилгліцеролів (у 12 разів) [69].

n-3 кислоти мають позитивний вплив на ряд аспектів патогенезу кардіоваскулярних захворювань, включаючи аритмію, концентрацію ліпідів, тиск крові, агрегацію тромбоцитів, релаксацію судин, запалення і рівень холестеролу. Ефекти цих кислот базуються на багатьох інтерактивних механізмах, включаючи модуляцію ейкозаноїдного та інших імунних шляхів, які зумовлюють зміну запальних відповідей, модуляцію молекул ензимів, пов'язаних із різними сигнальними шляхами, задіяних у нормальних і патологічних функціях клітини, включення у мембранні фосфоліпиди, і головним чином впливом на генну експресію. Будучи модуляторами генів, ці кислоти впливають на експресію багатьох ензимів, включених у ліпідний обмін: активуючи PPAR $\alpha$ , PPAR $\gamma$ , пригнічуючи SREBP, вони інгібують активність ліпогенних ензимів, індукують ліпопротеїніпазу, сприяючи елімінації триацилгліцеролів з крові, та активують окиснення жирних кислот. Крім того, впливають пригнічувально на розвиток запалення через інгібування нуклеарного фактору  $\kappa$ B (NF) і активацію PPAR $\gamma$ , а також на проліферацію клітин через інгібування нуклеарного фактору  $\kappa$ B [70].

Згідно з отриманими нами результатами, масло, виготовлене з молока корів, які отримували ріпакове насіння, відзначається нижчими індексами шкідливого впливу на здоров'я людини – в 1,4 рази атерогенного і в 1,3 рази тромбогенного (у середньому за дослідний період) (табл. 3). На противагу вказаним індексам, Ченом і співавт. нещодавно було запропоновано індекс підвищення здоров'я [71]. Наші результати засвідчують про істотну перевагу масла, виготовленого з молока корів, які отримували в складі раціону насіння ріпаку, за цим індексом.

Тенденцією сучасного ринку харчових продуктів є збільшення сектору функціональних продуктів харчування («продуктів для здоров'я»), в якому значну частку займають молочні продукти [72]. Ця ніша у вітчизняній молочній промисловості не заповнена, а враховуючи необхідність покращення стану здоров'я населення України, ця проблема набуває особливої гостроти.

Таблиця 3

**Індекси молочного жиру корів при згодовуванні насіння ріпаку  
(M ± m, n=6)**

Індекси	Періоди досліду					
	підготовчий		дослідний			
			3 тижні згодовування		6 тижнів згодовування	
К	Д	К	Д	К	Д	
Атерогенний	2,70 ± 0,48	2,53 ± 0,19	2,77 ± 0,14	2,04 ± 0,12**	3,34 ± 0,11	2,21 ± 0,04***
Тромбогенний	3,22 ± 0,47	3,22 ± 0,23	3,35 ± 0,16	2,65 ± 0,11**	3,84 ± 0,13	2,85 ± 0,05***
Підвищення здоров'я	0,38 ± 0,06	0,39 ± 0,03	0,35 ± 0,02	0,48 ± 0,03**	0,29 ± 0,01	0,44 ± 0,008***

Шляхом використання в годівлі корів насіння ріпаку, для успішного вирощування якого у нас є всі сприятливі умови, – ґрунтово-кліматичні, наявність вітчизняних сортів з мінімальним вмістом шкідливих сполук – можна досягти модифікації складу жирних кислот, що істотно підвищує біологічну цінність молочних ліпідів. Важливо зазначити, що при цьому, незважаючи на підвищений вміст ненасичених жирних кислот, молочний жир не тільки не проявляє вищої схильності до процесів окиснення, але характеризується вищою до них стійкістю [73,74]. Крім того, масло відзначається вищою м'якістю і пластичністю за низьких плюсових температур [75], що впливає на його споживчу привабливість.

Згодовування насіння ріпаку сприяє підвищенню вмісту жиру в молоці (в середньому на 0,2%) [76-78], а це забезпечує зростання матеріалу оболонки жирових кульок, функціональні властивості яких визначаються на двох рівнях: на рівні структурної організації мембран та на рівні окремих компонентів [10]. Мембрани жирових кульок містять велику кількість молекул, які проявляють індивідуальну чи колективну корисну біологічну активність. Зокрема фосфоліпіди, які володіють антиоксидантною, антимікробною і антивірусною активністю [79]. Сфінгомелін наділений антиацетогенними властивостями, що пов'язано із його участю в антипроліферативних шляхах [80]. Сфінгомелін сприятливо впливає на зниження рівня холестеролу [81], що спричинено ефективним його інгібуванням інтестинальної абсорбції холестеролу, він також викликає зниження рівня холестерол-ЛПНЩ і підвищення холестерол-ЛПВЩ у сироватці крові [82]. Продукти розпаду сфінголіпідів – кераміди і сфінгозин, регулюють ріст клітин, диференціацію і апоптоз – процеси, втрачені в ракових клітинах [83]. Гангліозиди включені в механізми активації і диференціації лімфоцитів, їх можна розглядати як стимулятори імунної функції інтестинуму [84].

Протеїни оболонки жирових кульок займають лише 1% від загальної кількості молочних протеїнів, але вони також наділені унікальними функціональними властивостями. Незважаючи на велику кількість робіт,

присвячених цій проблемі, фізіологічна роль мембранних протеїнів до кінця не з'ясована, незрозумілими також залишаються механізми багатьох встановлених впливів. Показано, що FABP, виділений з мембран жирових кульок, пригнічує ріст клітин раку молочної залози *in vitro*, причому в екстремально малих концентраціях [85]. У екстрактах, виділених із мембран жирових кульок коров'ячого і жіночого молока, виявлено й інші онкосупресорні протеїни – BRCA1 і BRCA2 [86].

Оболонки жирових кульок містять компонент, який *in vitro* інгібує бета-глюкоронідазу *E. coli* [87]. Глікопротеїни мембран жирових кульок проявляють здатність інгібувати інфекцію, викликану *Helicobacter pylori* у мишей, а також гемаглютинацію і адгезію *Helicobacter pylori* в клітинній лінії HeLa S3 [88]. Важлива роль мембран жирових кульок полягає також у зв'язуванні і доставлянні організмові мікроелементів, зокрема Селену, жиророзчинних вітамінів і органічних фосфатів.

Біологічна активність компонентів молока, особливо молочного жиру, є на стадії активного вивчення, а в міру з'ясування властивостей і механізмів будуть досліджуватися можливості збагачення молока певними інгредієнтами під час його синтезу, а також будуть переглянуті технологічні процеси, які можуть спричинити зниження рівня певних компонентів. При цьому будуть створюватись нові продукти, збагачені особливо цінними біологічно активними компонентами молока.

**Висновки.** Використання в годівлі корів ліпідних добавок рослинного походження, зокрема насіння ріпаку, дає змогу модифікувати склад ліпідів молока, насамперед підвищити рівень *cis*-9, *транс*-11 КЛК та його попередника *транс*-11 С18:1, а також знизити рівень середньоланцюгових насичених жирних кислот та підвищити співвідношення між вмістом жирних кислот *n*-3 і *n*-6 рядів, що зумовлює істотне покращення індексів жиру. Молоко та молочні продукти, виготовлені з нього, при цьому набувають функціональних властивостей.

#### Література

1. Moss M. The cow and the coronary: Epidemiology, biochemistry and immunology / M. Moss, D. Freed // *Int. J. Cardiol.* — 2003. — 87. — P. 203–216.
2. Spitsberg V. L. Solubilization and purification of xantine oxidase from bovine milk fat globule membrane / V. L. Spitsberg, R. C. Gorewit // *Protein Exp. Purif.* — 1998. — 13. — P. 229–234.
3. Ulbricht T. L. V. Coronary heart disease: Seven dietary factors / T. L. V. Ulbricht, D. A. T. Southgate // *Lancet.* — 1991. — 338. — P. 985–992.
4. Miller G. D. Dairy foods and cardiovascular health / G. D. Miller, J. K. Jarvis, L. D. McBean // *Handbook of Dairy Foods and Nutrition*. National Dairy Council. — [2nd ed.]. — Boca Raton, 1999. — P. 65–111.
5. Warensjo E. Estimated intake of milk fat is negatively associated with cardiovascular risk factors and does not increase the risk of a first acute myocard

infarction. A proposed case-control study / E. Warensjo [et al.] // Br. J. Nutr. — 2004. — 91. — P. 635–642.

6. Pentadecanoic acid in serum as a marker for intake of milkfat and metabolic risk factors Snedman A.E.M. [et. al.] // Am. J. Clin. Nutr. — 1999. — 69. — P. 22–29.

7. The importance of dairy foods in helping impoverished people in the United States / O.M. Palacios [et. al.] // J. Dairy Sci. — 2007. — 90. — P. 4917–4923.

8. Freeman S.L. An approach to capturing and translating the biological activities and health outcomes of milk components / S.L. Freeman // J. Dairy Sci. — 2007. — 90 (Suppl.1) — P. 428.

9. Gaver L. Dairy products shown to help reduce blood pressure / L. Gaver, D. Winston // J. Dairy Sci. — 2007. — 90 (Suppl.1) — P. 186

10. Ward R. E. Composition, applications, fractionation, technological and nutritional significance of milk fat globule membrane material / R. E. Ward, J. B. German, M. Corredig // Advanced Dairy Chemistry : Vol. 2: Lipids / Ed by P. F. Fox, P. L. H. McSweeney. — [3rd ed.]. — New York : Springer, 2006. — P. 213–244.

11. The dichotomy of the trans ethylenic bond in our foods / R. G. Achman // Eur. J. Lipid Sci. — 2000. — 102. — P. 630–632.

12. Tekippe A. Role of products in combatting childhood obesity A. Tekippe // J. Dairy Sci. — 2007. — (Suppl.1) — P. 186.

13. Shama V. J. Effect of trans8, cis10+cis9, trans11 conjugated linoleic acid mixture on lipid metabolism in 3T3-L1 cells / V. J. Shama [et. al.] // Lipids (2009) 44:613–620.

14. Larsen T. M. Efficiency and safety of dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity: Evidence from animal and human studies / T. M. Larsen, S. Toubro, A. Astrup // J. Lipid Res. — 2003. — 44. — P. 2234–22417.

15. Opposing effects of *cis*-9, *trans*-11 and *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid on blood lipids in healthy humans / S. Tricon [et al.] // Am. J. Clin Nutr. — 2004. — 80. — P. 614–620.

16. Ratnayake W.M.N., Pelletier G. Positional and geometric isomers of linoleic acid in partially hydrogenated oils // J. Am. Oil Chem. Soc. — 1992. — 69. — P. 95–105.

17. Influence of dietary conjugated linoleic acid on lipid metabolism in relation to its anticarcinogenic activity / S. Sugano [et al.] / In Advances in Conjugated Linoleic Acid Research // Eds. By M.P. Yurawech, J.K.G. Kramer, O. Gudmundsen, M.W. Pariza, and S. Banni. [3d ed.]. — AOCS Press, Champaign, IL, 2006. — P.307–315.

18. Influence of rapeseed, and soybean meal on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from ram lambs / M. B. Solomon [et al.] // J. Anim. Sci. — 1991. — 69. — P. 4055–4061.

19. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating cows / J. M. Griinari [et al.] // J. Dairy Sci. — 1998. — 81. — P. 1251–1261.

20. Bauman D. E. The biology of conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow / D. E. Bauman, B. A. Corl, D. G. Peterson // Advances in Conjugated Linoleic Acid Research / Ed. by J.-L. Sebedio, W. W. Christie, R. O. Adlof. — [2nd ed.]. — Champaign, IL : Press, 2003. — P. 146–173.

21. Jenkins T. C. Major advances in nutrition: Impact on milk composition / T. C. Jenkins, M. A. McGuire // *J. Dairy Sci.* — 2006. — 89. — P. 1302–1310.
22. AbuGhazaleh A. A. The effect of solids dilution rate and oil source on trans C18:1 and conjugated linoleic acid production by ruminal microbes in continuous culture / A. A. AbuGhazaleh, W. R. Buckles // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90. — P. 963–969.
23. 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. Loo [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2004. — 87. — P. 2472–2485.
24. Dilution rate and pH effects on the conversion of oleic acid trans C<sub>18:1</sub> positional isomers in continuous culture / A. A. AbuGhazaleh [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2005. — 88. — P. 4334–4341.
25. Effects of substrate, passage rate, and pH in continuous culture on flows of conjugated linoleic acid and trans C<sub>18:1</sub> / X. Qiu [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2004b. — 87. — P. 3473–3479.
26. Precht D. Trans unsaturated fatty acids in bovine milk fat and dairy products / D. Precht, J. Molkentin // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* — 2000. — 102. — P. 635–639.
27. Milk fatty acids. I. Variation in the concentration of individual fatty acids in bovine milk / P. J. Moate [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90. — P. 4730–4739.
28. Гула Н. І. Жирні кислоти та їх похідні при патологічних станах / Н. І. Гула, В. М. Маргітч. — К. : Наукова думка, 2009. — 336 с.
29. Jump D.B. Fatty acid regulation of gene transcription // *Crit. Revs. In Clinic. Lab. Sci.* — 2004. — 41. — P. 41–78.
30. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology / K. L. Ritzenhale [et al.] // *J. Nutr.* — 2001. — 131. — P. 1548–1554.
31. Parodi P. W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat / P. W. Parodi // *J. Dairy Sci.* — 1999. — 82. — P. 1339–1349.
32. 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.
33. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by  $\Delta^9$ -desaturase / J. M. Griinari [et al.] // *J. Nutr.* — 2000. — 130. — P. 2285–2291.
34. Lock A. L. Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cows' milk / A. L. Lock, P. C. Garnsworthy // *Anim. Sci.* — 2002. — 74. — P. 163–176.
35. Effects of genetic selection for milk yield and stage of lactation on milk fatty acid profiles / J. K. Kay // *FASEB J.* — 2004. — 18. — A682.
36. Production and use of high foods in human health / D. E. Bauman [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90(Suppl.1). — P. 429(Abstr.).
37. Pariza M. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid / M. Pariza, Y. Park, M. Cook // *Prog. Lipid Res.* — 2001. — 40. — P. 283–298.
38. Human health benefits of vaccenic acid / C. J. Field [et al.] // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* — 2009. — 34. — P. 979–991.

39. Schonberg S. The inhibitory effect of conjugated dienoic derivates (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.
40. Lavillonniere F. Conjugated linoleic acid (CLA) and the risk of breast cancer F. Lavillonniere, P. Bougnoux / In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* // Eds. By M.P. Yurawech, J.K.G. Kramer, O. Gudmundsen, M.W. Pariza, and S. Banni. [3d ed.]. — AOCS Press, Champaign, IL, 2006. — P. 277–282.
41. Ha Y.L. Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivates of linoleic acid / Y.L. Ha, J. Storkson, M.W. Pariza / *Cancer Res.* — 1990. — 50. — P. 1097–1101.
42. Eulitz K. The oxidation of conjugated linoleic acid / K. Eulitz, M.P. Yurawech, Y.Ku / In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* // Eds. By M.P. Yurawech, J.K.G. Kramer, O. Gudmundsen, M.W. Pariza, and S. Banni. [3d ed.]. — AOCS Press, Champaign, IL, 2006. — P. 53–63.
43. Belury M. A. Dietary conjugated linoleic acid in health: Physiological effects and mechanisms of action / M. A. Belury // *Ann. Rev. Nutr.* — 2002. — P. 505–531
44. Unusual isomeric polyunsaturated fatty acids in liver phospholipids of rats fed hydrogenated oil / R. T. Holman // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* — 1991. — 88. — P. 4380–4834.
45. Influence of dietary conjugated linoleic acid on lipid metabolism in relation to its anticarcinogenic activity / S. Sugano [et al.] // In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* Eds. By M.P. Yurawech, J.K.G. Kramer, O. Gudmundsen, M.W. Pariza, and S. Banni. [3d ed.]. — AOCS Press, Champaign, IL, 2006. — P. 307–315.
46. Ip M.M. Prevention of mammary cancer with conjugated linoleic acid: Role of the stroma and epithelium / M. M. Ip, P. A. Masson–Welch, C. Ip // *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia.* — 2003. — 8. — P. 103–118.
47. Amaru` D. L.. Conjugated Linoleic Acid Decreases MCF-7 Human Breast Cancer Cell Growth and Insulin-Like Growth Factor-1 Receptor Levels D. L..Amaru` [et. al] // *Lipids.* — 2009. — 44. — P.:449–458.
48. Sugano S. Influence of dietary conjugated linoleic acid on lipid metabolism in relation to its anticarcinogenic activity / S. Sugano [et al.] // In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* Eds. By M.P. Yurawech, J.K.G. Kramer, O. Gudmundsen, M.W. Pariza, and S. Banni. [3d ed.]. — AOCS Press, Champaign, IL, 2006. — P.307–315.
49. Bauman D.E. Conjugated linoleic acid: Biosynthesis and nutritional significance D.E. Bauman, A.L. Lock / In *Advanced Dairy Chemistry Vol. 2: Lipids* Eds by P.F. Fox and P.L.H. McSweeney. [3rd ed.]. — New York: Springer, 2006. — P. 93–136.
50. Conjugated linoleic acid isomer effects in atherosclerosis: Growth and regression of lesions / D. Kritchevsky [et al.] // *Lipids.* — 2004. — 39. — P. 611–616.

51. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in Zucker diabetic fatty rat / K. L. Houseknecht [et al.] // *Biochim. Biophys. Acta.* — 1998. — 244. — P. 678–682.
52. Webb Y. Inhibition of protein palmitoylation, raft localization, and T-cell signalling by 2-bromopalmitate and polyunsaturated fatty acids // *J. Biol. Chem.* — 2000. — 275. — P. 261–270.
53. Richter W. O. Biological effects of conjugated linoleic acids / Richter W. O. // *Joint International Congress and Expo “Lipids, Fats and Oils – Opportunitis and Resposibilities in the New Century”* (october 8-10. 2000). — Germany, Wurzburg, 2000. — P. 7.
54. Mashek D.G. Effects of conjugated linoleic acid isomers on lipid metabolism and gluconeogenesis in monolayer cultures of bovine hepatocytes / D.G. Mashek, R. Grummer // *J. Dairy Sci.* — 2004. — 87. — P. 67–72.
55. Dhiman T. R. Fatty acid composition of dairy foods and their intake in humans T. R. Dhiman, A. Hopkins, N. Garg // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90(Suppl.). — P. 485(Abstr.).
56. Trans fatty acids in human milk are an indicator of different maternal dietary sources containing trans fatty acids / A. Mueller // *Lipids.* — . 2010. — 45. — P. 245–25.
57. Trans fatty acids and fatty acid composition of mature breast milk in turkish women and their association with maternal diet's / G.I. Samur. — *Lipids.* — 2009. — 44. — P. 405–413.
58. Conjugated linoleic acid in human milk / M.A. McGuire [et al.] // *In Advances in Conjugated Linoleic Acid Research* Eds. By M.P. Yurawech, J.K.G. Kramer, O. Gudmundsen, M.W. Pariza, and S. Banni. [3d ed.]. — AOCS Press, Champaign, IL, 2006. — P. 296–306.
59. Production and use of high foods in human health / D.E. Bauman [et al.] // *J. Dairy Sci.* — 2007. — 90(Suppl.1). — P.429.
60. Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow / D. E. Bauman [et al.] // *Recent Advances in Animal Nutrition* / Ed. by P. C. Garnsworthy and J. Wiseman. — Nottingham, 2001. — P. 221–250.
61. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows / M. L. Kelly [et al.] // *J. Nutr.* — 1998a. — 128. — P.881–885.
62. 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.
63. Loor J. J. Reduced fatty acid synthesis and desaturation due to exogenous trans 10, *cis*-12-CLA in cows fed oleic or linoleic oil / J. J. Loor, J. H. Herbein // *J. Dairy Sci.* — 2003. — 86. — P. 1354–1369.
64. Glasser F. Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow milk: A meta-analysis / F. Glasser, A. Ferlay, Y. Chilliard // *J. Dairy Sci.* – 2008b. – 91. – P. 4687-4703.
65. 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.

66. 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.

67. Hayes K. C. Dietary fatty acid thresholds and cholesterolemia / K. C. Hayes, P. Khosla // *FASEB J.* — 1992. — 6. — P. 2600–2607.

68. Myristic acid-rich fat raises plasma LDL by stimulating LDL production without affecting fractional clearance in gerbils fed a cholesterol-free diet / T. Hajri [et al.] // *J. Nutr. Vol.* — 1998. — 128. — P. 477–484.

69. Blood transport and tissue metabolism of lipids in the preuminant calf given a milk diet containing coconut oil or beef tallow / D. Bauchart [et al.] // *INRA Prod. Anim.* — 1999. — 12. — P. 273–285.

70. n3 Fatty acids and cardiovascular disease: mechanisms underlying beneficial effects 1-4 / U. J. Jung [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr.* — 2008. — 87. — P. 2003S–2009S.

71. Physical and sensory properties of dairy products from cows with various milk fatty acid compositions / S. Chen [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* — 2004. — 52. — P. 3422–3428.

72. Рудавська Г. Б. Наукові підходи та практичні аспекти оптимізації асортименту продуктів спеціального призначення / Г. Б. Рудавська, Є. В. Тищенко, Н. В. Притульська— К. : Київ. нац. торг.- екон. ун-т, 2002. — 371 с.

73. Цісарик О. Й. Оксидантна стабільність масла, виготовленого із молока корів при згодовуванні їм насіння ріпаку / О. Й. Цісарик // *Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського.* — 2009. — №1(41). — С. 206–211.

74. Tsisaryk O. Effect of feeding rapeseeds on lactation performance in dairy cows and oxidative stability of milk and butter // *J. Dairy Sci.* — 2009. — 92(Suppl.1). — P. 460.

75. Цісарик О. Й. Консистенція масла, виготовленого з молока корів, яким згодовували насіння ріпаку / О. Й. Цісарик // *Наукові праці Одеської Національної академії харчових технологій.* — 2009. — Вип. 36, Т.2. — С. 152–158.

76. Цісарик О. Й. Ліпіди та жирнокислотний склад молока при згодовуванні високопродуктивним лактуючим коровам борошна з насіння ріпаку безерукових сортів / О. Й. Цісарик, І. А. Дубинка // *Наук. техн. бюл. Інституту біології тварин.* — 2004. — В.5(№5). — С.139–143.

77. Цісарик О. Й. Ефективність використання насіння ріпаку різних сортів у раціонах дійних корів / О. Й. Цісарик // *Наук.-техн. бюл. Інституту біології тварин УААН і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок.* — Львів, 2008. — Вип. 9 (№3). — С. 162–171.

78. Цісарик О. Й. Лактаційна діяльність високопродуктивних корів за включення до їхніх раціонів насіння ріпаку сорту Дангал / О. Й. Цісарик // *Сільський господар.* — 2009. — №3–4. — С. 19–24.

79. Van Hooijdonk A. C. M. In vivo antimicrobial and antiviral activity of components in bovine milk and colostrum involved in non-specific defence / A. C. M. Van Hooijdonk, K. D. Kusendrager, J. M. Steijns // *Br. J. Nutr.* — 2000. — 84. — P. S127–S134.
80. Dietary sphingolipids in colorectal cancer prevention / B. Berra [et al.] // *Eur. J. Cancer.* — 2002. — 1. — P. 193–197.
81. Inhibitory effect of cream and milk fat globule membrane on hypercholesterolemia in the rat / O. Ito [et al.] // *Anim. Sci. Technol.* — 1992. — 63. — P. 1022–1027.
82. A long-term feeding of sphingolipids affected the levels of plasma cholesterol and hepatic trifcylglycerol but not tissue phospholipids and sphingolipids / T. Kobayashi [et al.] // *Nurtr. Res.* — 1997. — 17. — P. 111–114.
83. Sphingolipids: novel inhibitors of colon carcinogenesis / A. H. Merrill Jr. [et al.] // *Bull. Int. Dairy Fed.* — 2001. — 336. — P. 27–29.
84. Neonatal dietary gangliosides / R. Rueda [et al.] // *Early Hun. Dev.* — 1998. — 53. — P. S135–147.
85. Spitsberg V. L. Isolation, purification and characterization of fatty-acid binding protein from milk fat globule membrane: Effect of bovine growth hormone treatment / V. L. Spitsberg, R. C. Gorewit // *Pak. J. Nutr.* — 2002. — 1. — P.43–48.
86. Presence of BRCA1 and BRCA2 proteins in human fat globules after delivery / C. Vissak [et al.] // *Biochim. Biophys. Acta.* — 2002. — 1586. — P. 50–56.
87. Milk fat globule membrane substances inhibit mouse intestinal  $\beta$ -glucuronidase / O. Ito [et al.] // *J. Food Sci.* — 1993. — 58. — P. 753–755.
88. Inhibition of *Helicobacter pylori* infection by bovine milk glycoconjugates in a BALB/cA mouse model / X. Wang [et al.] // *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* — 2001. — 20. — P. 275–281.

#### Summary

O. Tsisaryk

*Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhytskyj*

#### INCREASING OF THE BIOLOGICAL VALUE OF MILK FAT UNDER THE USING OF LIPID SUPPLEMENTS IN THE FEEDING OF COWS

*The use of lipid supplements of plant origin including rapeseed in the feeding of cows modifies the composition of milk lipids, primarily enhance cis-9, trans-11 C18:2 and trans-11 C18: 1, reduce medium-chain saturated fatty acids and increase the ratio between n-3 and n-6 fatty acids, which leads to significant improvement of indices of fat. Milk and dairy products becoming functional properties.*

*Стаття надійшла до редакції 1.09.2010*