

АНАЛІЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ СИРОГО МОЛОКА, ОТРИМАНОГО ЗА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДОЇННЯ

О. М. Бергілевич, д.вет.н., професор

А. М. Марченко, здобувач

Сумський національний аграрний університет

Порівняльним аналізом встановлено зміни в жирнокислотному складі сирого молока корів, що було отримане за умов доїння сучасними доїльними системами (робототехнікою та на доїльній установці «Карусель»), а також в молоці корів цих стад, що були подоєні вручну.

За умов доїння робототехнікою майже усі жирні кислоти в молоці крім ненасиченої ліноленової кислоти були в ньому більшій кількості ніж за умов доїння корів на автоматизованій доїльній системі «Карусель».

Встановили суттєве зменшення кількості масляної кислоти в молоці корів, що були подоєні вручну, але зазвичай доїлися роботом. Вміст капринової кислоти в молоці корів, подоєних вручну був на 9,4 % меншим ніж в збірному молоці, отриманому із використанням роботом та на установці «Карусель».

Ключові слова: *робототехніка, доїльна установка, сире молоко, ліполіз, вільні жирні кислоти (ВЖК).*

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Молочний жир знаходиться в молоці у вигляді жирових кульок діаметром 1–5 мкм, який захищений від ендогенної дії ферменту ліпази на мембрани жирових кульок. При руйнуванні мембрани жирових кульок відбувається гідроліз молочного жиру ліпазами молока, що називається ліполізом, при цьому вивільнюються вільні жирні кислоти (ВЖК).

Підвищення рівня ВЖК в сирому молоці є наслідком ліполізу, який може бути спричинений декількома причинами: порушенням обміну речовин в корови, руйнуванням молочного жиру нативними ферментами молока – ліпазами [1]. Крім того, ліполіз молочного жиру може бути як наслідок утворення ліпаз мікроорганізмів молока, які

формують його бактеріальне забруднення. Залежно від причини, що викликає розпад молочного жиру в сирому молоці, ліполіз поділяють на спонтанний та індукований.

Спонтанний ліполіз – відбувається при зберіганні молока в охолодженому стані. При цьому гідроліз викликають ліпази молока та ліпази мікроорганізмів молока.

Індукований ліполіз – виникає при механічному руйнуванні оболонок жирових кульок, в процесі отримання та обробки молока з одночасним активуванням ліпази. Значне руйнування оболонок жирових кульок та підвищення активності ліпази обумовлено інтенсивною механічною дією на молоко. Підвищені рівні вільних жирних кислот спостерігаються при підвищенні частоти доїння.

Низький рівень гігієни доїння з корів, а також недотримання належних умов зберігання та первинної переробки сирого молока може призвести до збільшення кількості небажаних психрофільних та психротрофних мікроорганізмів, що спричиняють індукований ліполіз. Також збільшення кількості ВЖК може бути наслідком надмірного механічного деформування жирових кульок під час отримання молока. Теплота механічної енергії, а також сама механічна дія, які виникають під час руху молока в доїльній установці та по молокопроводу руйнує мембрани жирових кульок і тим самим звільняє ВЖК із їх зв'язку в тригліцеридах. Таким чином, потік молока не повинен перевищувати швидкість 1 до 1,5 м/с [2, 5].

Підвищена концентрація ВЖК викликає погіршення технологічних властивостей молока, але, в основному, збільшення кількості ВЖК впливає на погіршення таких органолептичних властивостей сирого молока як смак та запах. Ліпази мікроорганізмів можуть мати терморезистентні властивості і, таким чином, після пастеризації молока спричиняти розпад молочного жиру з утворенням ВЖК. Гідроліз молочного жиру з вивільненням жирних кислот супроводжується появою таких вад смаку молока: пропрікий, салістий, і якнаслідок, це може привести до погіршення якості молочних продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проведенням аналізу даних літератури, можна констатувати, що на даний час існує відносно невелике число досліджень, які стосуються вивчення якості молока за вмістом ВЖК залежно від технології його отримання. Особливо це стосується вивчення впливу сучасних систем доїння корів на жирнокислотний склад молока. Більшість дослідників вказують на те, що сучасні системи доїння, і в тому числі доїння роботом, незначно впливають на якість молока [1-6]. В той же час, є повідомлення вчених про те, що інтенсивні технології доїння впливають на

показники якості молока, в тому числі, на вміст жирних кислот. Особливо важливим на даний час є вивчення впливу такої технології доїння, як доїння роботом, яка на даний час широко впроваджується в багатьох країнах світу, на показники якості молока. Такі дослідження важливі для нашої держави тому що технологія доїння роботом почала впроваджуватись і в Україні.

Значення ВЖК в молоці може бути інструментом для контролю стану здоров'я молочних корів або якості сирого молока, а також показником для встановлення терміну придатності молока та молочних продуктів.

Метою даного дослідження було вивчення кількісних та якісних значень ВЖК в сирому молоці отриманого за різних систем доїння: доїльною робототехнікою (ДРТ) та на автоматизованій системі доїння (АСД) «Карусель».

Матеріал та методи досліджень:

органолептичний, мікробіологічний, цитологічний, аналітичний, статистичний, хроматографічний аналіз вільних жирних кислот виконано на газовому хроматографі TraceUltra з полум'яно-іонізаційним детектором, на капілярній колонці SP-2560 (Supelco). Дослідження жирних кислот виконувалось в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК (НУБІП).

Матеріалом для досліджень були зразки сирого збірного молока корів, відібрані на молочних фермах ТДВ «Терезине» (роботизована ферма) та ТОВ «Остріківське» (доїння на установці «Карусель») Білоцерківського р-ну, Київської обл. в січні 2014 р. Також були відібрані зразки сирого молока від 3-х окремих корів ТДВ «Терезине» шляхом ручного доїння. Проби збірного молока відбирались з молочних танків після 24 год його зберігання. При відборі проб молока були дотримані правила асептики. В пробах молока досліджували вміст ВЖК шляхом встановлення

жирнокислотного спектру згідно до ДСТУ ISO 5508-2001 «Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот». Межа виявлення ВЖК – 0,01 %. Статистичний аналіз здійснювали для порівняння результатів між групами проб молока.

Результати дослідження їх обговорення.

Проектна потужність роботизованої ферми ТДВ «Терезине» – 500 дійних корів, устаткована двома роботами, середнє навантаження на кожного робота – 65-70 корів на добу. Порода – українська чорно-ряба молочна і голштинська першої-третьої лактації. Добовий надій на фуражну корову – 28 кг, кратність доїння 2,2-3,5 разів. В приміщенні ферми встановлені селекційні ворота які мають

два входи для корів: один вхід – для отримання корму, а другий – для процесу доїння. Доїння та годівля корів здійснюється цілодобово. Мастит в корів реєструється до 5 %.

На ТОВ «Острійківське» утримується до 800 корів. Доїння трьох разове на установці «Карусель». Добовий надій – до 20 кг. Кількість маститних корів близько 8 %.

На рис. 1 наведено дані з монітору компютера про процес доїння, що обробляються компютерною програмою та надходять до диспетчера.

Результати досліджень жирно кислотного складу молока за різних технологій його отримання наведено в таблицях 1 та 2.

Номер животного	Надой вчера	Среднесуточный надой последние 7 д.	Дней в доении	Среднесуточное кол-во проходов ворот за посл. 7 д.	Среднесуточное кол-во доек, Последние 7 д.	Номер лактации	Ср. MDI За последние 3 дня	Сред. интервал доений, Последние 7 д	Проходов за посл. 24 ч
1454	26,23	23,13	333	13,00	3,29	1	0,58	26416	16
1456	23,98	23,85	195	7,00	2,43	1	1,11	34639	10
1458	35,56	33,94	283	9,00	3,14	1	1,03	27512	16
1462	29,40	32,50	42	8,00	2,29	1	1,02	35322	10
1464	23,29	24,61	278	9,00	3,71	1	0,92	23133	13
1470	17,15	19,78	314	11,00	2,43	1	1,02	35745	6
1472	23,65	25,30	285	15,00	3,14	1	1,01	27003	21
1478	15,31	18,49	319	7,00	2,86	1	0,90	30724	10
1486	21,50	18,78	343	9,00	2,43	1	1,00	35477	8
1488	28,85	27,11	243	15,00	2,86	1	1,16	29327	12
1492	25,56	24,84	333	10,00	2,71	1	1,04	31363	11
1498	30,72	25,81	179	12,00	3,43	1	1,03	25109	14
1500	39,26	36,29	144	15,00	3,71	1	1,05	22547	19

Рис. 1. Дані з монітору компютера про процес доїння, що обробляються компютерною програмою та надходять до диспетчера

Таблица 1

**Результати досліджень жирних кислот молока окремих корів
за умови доїння на установці «Карусель» та доїнням робототехнікою (ДРТ)**

Найменування показників	Код жирної кислоти	Результати досліджень		Похибка
		Відсоток до суми жирних кислот, %		
		ДРТ	АСД «Карусель»	
Масляна кислота	C4:0	3,48	3,91	±0,01
Капронова кислота	C6:0	2,44	2,13	±0,03
Каприлова кислота	C8:0	1,53	1,24	±0,12
Капринова кислота	C10:0	3,37	2,36	±0,04
Деценова кислота	C10:1	0,40	0,56	±0,11
Бегенова кислотанасичена	C22:0	0,02	0,04	±0,01
Лауринова кислота	C12:0	3,73	2,39	±0,15
Міристинова кислота	C14:0	11,20	8,90	±0,23
Міристолеїнова кислота	C14:1	1,06	0,61	±0,08
Пентадеканова кислота	C15:0	1,24	1,05	±0,02
Пальмітолеїнова кислота	C16:1	1,30	1,06	±0,03
Гептадеканова кислота	C17:0	0,54	0,70	±0,012
Стеаринова кислота	C18:0	11,03	15,35	±0,26
Пальметинова кислота-	C16:0	30,26	23,06	±
Олеїнова кислота	C18:1n9c	24,23	32,07	±0,24
Лінолева кислота	C18:2n6c	2,54	3,15	±0,07
Лінолелаїдінова кислота	C18:2n6t	0,20	0,33	±0,03
Арахінова кислота	C20:0	0,13	0,18	±0,03
Ліноленова кислота ненасичена	C18:3n3c	0,07	0,08	±0,01
Елаїдінова кислота	C18:1n9t	1,23	0,87	±0,04

Таблиця 2

**Результати досліджень жирних кислот збірного молока
за умови доїння на установці «Карусель»та доїнням робототехнікою (ДРТ)**

Найменування показників	Код жирної кислоти	Результати досліджень		Похибка
		Відсоток до суми жирних кислот, %		
		ДРТ	АСД «Карусель»	
Масляна кислота	C4:0	4,69	4,28	±0,01
Капронова кислота	C6:0	2,71	2,37	±0,03
Каприлова кислота	C8:0	1,70	1,56	±0,12
Капринова кислота	C10:0	3,82	3,62	±0,04
Деценова кислота	C10:1	0,21	0,24	±0,11
Бегенова кислотанасичена	C22:0	0,02	0,04	±0,01
Лауринова кислота	C12:0	4,11	4,02	±0,15
Міристинова кислота	C14:0	11,68	11,67	±0,23
Міристолеїнова кислота	C14:1	0,93	0,94	±0,08
Пентадеканова кислота	C15:0	1,18	1,17	±0,02
Пальмітолеїнова кислота	C16:1	1,21	1,22	±0,03
Гептадеканова кислота	C17:0	0,53	0,55	±0,012
Стеаринова кислота	C18:0	10,27	10,51	±0,26
Пальметинова кислота-	C16:0	29,23	28,43	±
Олеїнова кислота	C18:1n9c	22,14	24,30	±0,24
Лінолева кислота	C18:2n6c	3,79	3,70	±0,07
Лінолелаїдінова кислота	C18:2n6t	0,27	0,11	±0,03
Арахінова кислота	C20:0	0,10	0,11	±0,03
Ліноленова кислота ненасичена	C18:3n3c	0,05	0,09	±0,01
Елаїдінова кислота	C18:1n9t	1,36	1,11	±0,04

За даними, що наведені в таблицях 1 та 2 ми виявили наступні тенденції щодо вмісту жирних кислот в молоці корів за умов доїння робототехнікою та на автоматизованій доїльній системі «Карусель»: майже усі жирні кислоти, крім ненасиченої лінолевої кислоти, були в більшій кількості в молоці, що отримане за умов доїння робототехнікою. Лінолева кислота в середньому була на 31,4 % в меншій кількості за умов доїння робототехнікою ніж в молоці отриманому на установці «Карусель». Що стосується молока, яке було отримане з умов ручного доїння в корів, які зазвичай доються робототехнікою та молока збірного, що було отримане із застосуванням АСД наші результати мають наступні значення. Переважна більшість отриманих нами показників свідчить про зменшення кількості жирних кислот у вищезазначених пробах молока.

Найбільш суттєве зменшення кількості жирних кислот в збірному молоці, отриманому від корів за умов їх доїння двома системами, ми зареєстрували відносно масляної кислоти. Вміст цієї кислоти в молоці окремих корів був в середньому на 25,5 % меншим відносно цієї кислоти у вищезазначеному збірному молоці.

Ми встановили також зменшення показників відносно ще 2-х жирних кислот: капринової та лінолевої. Вміст капринової кислоти в молоці окремих корів був на 9,4 % меншим ніж в збірному молоці, порівняно з її вмістом у збірному молоці, отриманому ДРТ та АСД.

Суттєве збільшення кількості відмічали стосовно деценової кислоти, яка в молоці окремих корів була в 2-2,4 рази в більшій кількості порівняно із її вмістом в збірному молоці, отриманому ДРТ та АСД.

Суттєво протилежні результати нами були отримані відносно ненасиченої пальметинової кислоти, кількість якої була в середньому більшою на 3,8 % в молоці окремих корів

відносно збірного молока отриманого за умов доїння двома системами.

Висновки. 1. Встановлено, що використання роботів для доїння корів має позитивне значення для ефективного виробництва молока на молочній фермі за рахунок скорочення робочої сили за рахунок широкого спектру функцій, що виконує робот та в результаті збільшення надою в корів

2. Виявлено, що вміст жирних кислот в молоці корів за умов їх доїння робототехнікою та на автоматизованій доїльній системі «Карусель» крім ненасиченої лінолевої кислоти був в більш високій концентрації в молоці, що отримане за умов доїння робототехнікою.

3. В молоці, яке було отримане шляхом ручного доїння в корів, та в молоці збірному, відмічено зменшення кількості жирних кислот порівняно до молока корів за умов їх доїння робототехнікою та на автоматизованій доїльній системі.

4. Найбільш суттєве зменшення кількості жирних кислот було відмічено відносно масляної кислоти, вміст якої в молоці окремих корів був в середньому на 25,5 % меншим відносно цієї кислоти у вищезазначеному збірному молоці.

5. Моніторинг жирних кислот в молоці важливий як для контролю здоров'я молочної корови так і для встановлення показників якості та безпеки молока.

Список використаної літератури

1. Antonelli M.L. Determination of free fatty acids and lipase activity in milk: quality and storage markers / Antonelli M.L., Curini R., Scricciolo D., Vinci, G. – Talanta, 2002. – №58. – P. 561-568.
2. Dankow R. Hygienic quality of raw milk in relation to methods of production and storage / Dankow R., Wojtowski, J., Fahr R. D. – Med. Vet., 2004. – №60. – P. 46–49.
3. Deeth H.C. Lipoprotein lipase and lipolysis in milk / Deeth H.C. – Inter. Dairy J., 2006. – № 16. – P. 555-562.
4. Ferlay A. Influence of grass-based diets on milk fatty acid composition and milk lipolytic system in Tarentaise and Montbeliarde cow breeds / Ferlay A., Martin B., Pradel P., Coulon J.B., Chilliard Y. – J. Dairy Sci., 2006. – № 89. – P. 4026-4041.
5. Petrekova L. Free fatty acids ratio in milk, factors which affect their concentration and possibilities their determination (In Czech) / Petrekova L. – Problematika prvovyroby mleka XXVI, Medlov, Milcom a.s., Praha, 2002. – №26. – P. 30.
6. Tokar K. G., Teger S. G. The microbiological quality of raw milk introducing the two day's milk collecting system / Acta Agric. Slov., 2008. №92. – P. 61–74.

Бергилевич А.Н., Марченко А.Н. Анализ жирнокислотного состава сырого молока, полученного современными технологиями доения.

При условии доения робототехникой почти все жирные кислоты в молоке кроме ненасыщенной линоленовой кислоты были в большем количестве чем при условии доения коров на автоматизированной доильной системе «Карусель». Линолевая кислота в среднем была на 31,4 % в меньшем количестве при доении робототехникой чем в молоке, полученном на установке «Карусель».

Установили существенное снижение уровня масляной кислоты в молоке коров, которые были поддоены вручную, но обачно доились роботом. Количество масляной кислоты в молоке отдельных коров было в среднем на 25,5 % меньшим чем в молоке, которое было получено при доении роботом. Содержание каприновой кислоты в молоке коров, поддоенных вручную было на 9,4 % меньшим чем в сборном молоке, полученным при помощи доения изучаемыми доильными системами.

Существенно увеличивалось количество деценовой кислоты в молоке отдельных коров, которое было в 2-2,4 раза большим сравнительно с ее содержанием в молоке, полученном при помощи робота и установки «Карусель».

Ключевые слова: *робототехника, доильная установка, сырое молоко, липолиз, свободные жирные кислоты (СЖК).*

Marchenko A., Berhilevych O. Analysis of fatty acid composition of raw milk obtained by modern technology of milking

Provided milking robotics almost all fatty acids in milk besides the unsaturated linolenic acid were more than provided for automated milking cows milking system "Carousel". Linoleic acid was on average 31,4 % fewer than during milking robotics in milk obtained on the "Carousel". Established a significant reduction in butyric acid in milk of cows that were podoennymi manually milked but obachno robot. Number of butyric acid in the milk of individual cows was Farmgate 25,5 % less than in the milk, which was obtained by milking robot. Capric acid content in the milk of cows podoennyh hand was 9,4 % less than in the collection of milk obtained using milking milking systems studied.

There is an increasing amount of acid in milk decenoic individual cows, which was 2-2,4 times greater compared with its content in milk produced by a robot and install "Carousel."

Keywords: *robotics, milking machines, raw milk, lipolysis, free fatty acids (FFA)*

Дата надходження до редакції: 14.04.2014 р.

Рецензент: д.вет.н., професор Березовський В.А.

90 - 94