

П.І. Петров, асп.,**Я.Ф. Жукова, к.б.н.**

Інститут продовольчих ресурсів НААН

ОСОБЛИВОСТІ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ, ЯК БІОМАРКЕР АВТЕНТИЧНОСТІ ОРГАНІЧНОГО МОЛОКА

Швидкий розвиток ринку органічної продукції в Україні, набуття чинності нормативно-правової документації, що регулює технології виробництва органічної сільськогосподарської сировини та органічних продуктів харчування зумовлюють необхідність розроблення заходів для підтвердження автентичності органічного молока, щоб захистити споживачів від фальсифікації, а виробників сертифікованої органічної продукції – від недобросовісної конкуренції. Аналіз жирнокислотного складу молока може стати одним з основних методів дослідження автентичності його органічного походження. Метою даної роботи є аналіз останніх досліджень жирнокислотного складу органічного та конвенційного молока щодо порівняння окремих параметрів жирнокислотного профілю, а також визначення впливурізних чинників (раціону харчування, пори року) на динаміку зміни цих параметрів. Широкомасштабні зарубіжні дослідження свідчать про відмінності вмісту омега-3 жирних кислот, вакценової кислоти та кон'югатів лінолевої кислоти у жировій фазі органічного молока у порівнянні з конвенціональним. Проте варіювання абсолютних значень концентрацій жирних кислот, а іноді і суперечливі дані у дослідженнях закордонних авторів свідчать про необхідність урахування типу ведення господарства, раціону годування корів, кліматичних та географічних умов.

Ключові слова: органічне молоко, автентичність, жирнокислотний склад.

P. Petrov, Ph.D., Student,**Ya. Zhukova, Ph.D., Biology**

Food Resources Institute of NAAS

FEATURES OF FATTY ACID COMPOSITION AS BIOMARKER OF ORGANIC MILK AUTHENTICITY

The rapid development of the organic products market in Ukraine, legislative regulation of production technology of organic food and agricultural products makes necessary the developing of measures for organic milk authentication with the aim of protecting consumers and producers of certified organic products from unfair competition and fraud. Fatty acid composition analysis of milk can be one of the main methods to research the authenticity of its organic origin. The aim of this work is the analysis of recent studies of fatty acid composition of organic and conventional milk, comparing of the fatty acid profile, as well as determination of the effect of various factors (cattle diet, season) on the dynamics of these parameters. Conducted studies indicate differences in the content of omega-3 fatty acids, vaccenic acid and conjugates of linoleic acid in the fat phase of organic milk compared with the conventional. However, the variation in the absolute values of the fatty acid concentrations, and sometimes conflicting reports in studies of foreign authors, indicates the purpose to consider the farming type, cattle diet, climatic and geographical conditions.

Keywords: organic milk, authenticity, fatty acid composition.

ОСОБЕННОСТИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА, КАК БИОМАРКЕР АУТЕНТИЧНОСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО МОЛОКА

Быстрое развитие рынка органической продукции в Украине, законодательное регулирование технологии производства органических продуктов питания и органического сельскохозяйственного сырья обуславливает необходимость разработки мер для подтверждения подлинности органического молока, чтобы защитить потребителей и производителей сертифицированной органической продукции от недобросовестной конкуренции и фальсификации. Анализ жирнокислотного состава молока может стать одним из основных методов исследования подлинности его органического происхождения. Целью данной работы является анализ последних исследований жирнокислотного состава органического и конвенционального молока для сравнения отдельных параметров жирнокислотного профиля, а также определение влияния различных факторов (рациона питания, времени года) на динамику изменения этих параметров. Проведенные широкомасштабные зарубежные исследования свидетельствуют о различиях в содержаниях омега-3 жирных кислот, вакценовой кислоты и конъюгатов линолевой кислоты в жировой фазе органического молока по сравнению с конвенциональным. Однако, варьирование абсолютных значений концентраций жирных кислот, а иногда и противоречивые данные в исследованиях зарубежных авторов, свидетельствуют о необходимости учета типа ведения хозяйства, рациона питания коров, климатических и географических условий.

Ключевые слова: органическое молоко, аутентичность, жирнокислотный состав.

Постановка проблеми. Проблема підтвердження автентичності органічних продуктів останнім часом набуває актуальності через темпи розвитку ринку органічних продуктів. Інтерес споживачів до органічних продуктів заснований на ідеї їх більш високої якості, що позитивно впливає на здоров'я людини, а органічна система виробництва забезпечує дбайливий підхід до навколишнього середовища. Директиви Ради ЄС № 1804/99, № 834/2007 та Регламент Комісії ЄС № 889/2009 детально регламентують процедуру та правила органічного виробництва. Зокрема, вони описують весь спектр вирощування худоби на засадах та принципах органічного сільськогосподарства. Регулювання багатьох аспектів утримання худоби, її розведення, годування, лікування тощо відрізняється від традиційного (конвенціонального) тваринництва.

В Україні ринок органічних продуктів щороку зростає, тому з'явилася необхідність його належного нормативного регламентування. Як результат, питання щодо технологій виробництва органічних продуктів харчування та органічної сільськогосподарської сировини офіційно були закріплені у Законі України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції». Згідно з цим Законом, виробництво органічної продукції (сировини) – виробнича діяльність фізичних або юридичних осіб, під час якої виключається застосування хімічних добрив, пестицидів, генетично модифікованих організмів (ГМО), консервантів тощо, та на всіх етапах виробництва (вирощування, переробки) застосовуються методи, принципи та правила для отримання натуральної (екологічно чистої) продукції, а також збереження та відновлення природних ресурсів [1].

На відміну від органічної продукції, традиційну або конвенціональну продукцію виготовляють за загальноприйнятими технологіями виробництва, які передбачають використання хімічних засобів захисту, синтетичних мінеральних добрив, консервантів, штучних барвників, стимуляторів росту, гормонів, антибіотиків, ароматизаторів, стабілізаторів, підсилювачів смаку тощо.

Одним з основних критеріїв якості молока є жирнокислотний склад молочного жиру. Існує припущення, що спектр жирних кислот можна застосовувати для автентифікації органічного коров'ячого молока.

Метою даної роботи є аналіз останніх досліджень жирнокислотного складу органічного та конвенційного молока щодо порівняння окремих параметрів жирнокислотного профілю, а також визначення впливу різних чинників (раціону харчування, пори року) на динаміку зміни цих параметрів.

У зв'язку з різними підходами до кількісного вираження концентрацій жирних кислот в різних дослідженнях (відносні відсотки, мг/л⁻¹, тощо) в даній роботі результати подаються як відношення абсолютних значень вмісту жирних кислот у молоці.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз жирнокислотного складу органічного молока з метою підтвердження його автентичності упродовж останніх 15 років ретельно вивчається у багатьох європейських країнах та США. Широкомасштабні дослідження фізико-хімічного та біохімічного складу молока тривалістю від 3 до 24 місяців проводилися в Великобританії (G.Butler, Ellis K.), Норвегії (Adler, Steinshamn), Німеччині (Kushe D., Kraft J.), Швеції (Fall N.), Італії (Bergamo P.) та ін.

Омега-3 кислоти – один з основних параметрів при порівняльних дослідженнях органічного та конвенціонального молока. Аналіз результатів досліджень свідчить про більш високий рівень концентрації омега-3 кислот в органічному молоці (табл. 1). Аналіз цих даних показав, що за результатами 7 досліджень з 6 країн концентрація омега-3 кислот була вищою в органічному молоці в середньому на 45,09 % (діапазон від +27,8 % до +62 %) у порівнянні з конвенціональним молоком.

Таблиця 1

Порівняння вмісту омега-3 кислот у органічному та конвенціональному молоці

Країна дослідження	Рік дослідження	Різниця вмісту омега-3 кислот в органічному молоці по відношенню до конвенціонального	Джерело
Велика Британія	2003-2004	+40,55 %	Ellis et al. [2]
Швеція	2005-2006	+27,8 %	Fall and Emanuelson [3]
Німеччина	2008	+47,2 %	Kushe et al. [4]
США	2011-2012	+62 %	Benbrook et al. [5]
Велика Британія	2006-2008	+60 %	Butler et al. [6]
Велика Британія	2007	+54,61 %	Stergiadis et al. [7]
Велика Британія	2010	+38,03 %	Stergiadis et al. [7]
Норвегія	2007-2008	+30,5 %	Adler et al. [8]

Більш високу концентрацію омега-3 кислот у органічному молоці дослідники пояснюють особливостями харчування корів на органічних фермах, а саме більш тривалим терміном випасу худоби на пасовищах, тобто збільшення частки свіжої трави у раціоні призводить до підвищення рівня омега-3 жирних кислот [8,9]. Відмінності значень пояснюються типом ведення господарства (низько- та високо-інтенсивних), кліматичними та географічними особливостями.

Низько-інтенсивний органічний тип ведення господарства передбачає випас худоби на пасовищах влітку та сіном взимку, мінімальне використання концентратів, відсутність у раціоні силажу з конюшини та кукурудзи. Навпаки, високо-інтенсивний конвенціональний тип господарства передбачає широке використання силажу, концентратів, низький вміст у раціоні свіжої трави протягом всього року. Вплив типу ведення господарства на

концентрацію омега-3 кислот чітко простежується за результатами дослідження, проведеного у Німеччині. Були досліджені зразки молока, відібрані в травні, липні та вересні з 2 типів органічних ферм (низько- та високо-інтенсивних) та 2 типів конвенціональних ферм (низько- та високоінтенсивних). Концентрація омега-3 кислот у молоці з низько-інтенсивної органічної ферми була вищою на 47,2 % у порівнянні з високо-інтенсивної конвенціональною, на 28,55 % – з низько-інтенсивною конвенціональною та на 26,8 % – з високо-інтенсивною органічною. Значення в молоці з високо-інтенсивної органічної та низько-інтенсивної конвенціональної ферм знаходилися в одному діапазоні [4]. Ці дані підтверджуються дворічним норвезьким дослідженням молока з різних типів ферм (органічної та конвенціональної) з різною тривалістю випасу (короткою та довгою), яке показало, що концентрація омега-3 кислот була практично однакова у зразках молока з органічних ферм за обох термінів випасу, але вищою на 30,5 % та 20 %, ніж на конвенціональній ферми з коротким та довгим термінами випасу відповідно [8]. Різницю у концентрації між органічними та конвенціональними фермами з однаковими термінами випасу можна пояснити впливом вимог ведення органічного господарства.

Показано також, що на концентрацію омега-3 жирних кислот у молоці значно впливає пора року. Результати досліджень протягом зимових та літніх місяців (відповідно, й за різних режимів годівлі худоби) можуть значно відрізнятися один від одного. В 12-місячному дослідженні в Великобританії концентрація омега-3 кислот була вищою влітні місяці на 30,8 % для органічного та на 44,5 % для конвенціонального молока, ніж взимку [2]. Ще одне дослідження у Великобританії протягом 2-х років показало, що влітку концентрація омега-3 кислот була вищою на 37,0 % порівняно з зимовими зразками молока [6].

Серед родини омега-3 жирних кислот важливе місце посідає **α -ліноленова кислота** (C18:3 ω 3). В більшості досліджень відзначається тенденція до більш високих концентрацій α -ліноленової кислоти в органічному молоці (табл. 2). За даними 13 досліджень у 6 країнах концентрація α -ліноленової кислоти була вищою у органічному молоці в середньому на 44,5 % (діапазон від +23,92 % до +61,6 %) у порівнянні з конвенціональним.

Вищеописане дослідження німецьких фахівців підтвердило, що концентрація α -ліноленової кислоти була найвищою в зразках органічного молока з низько-інтенсивної ферми (на 57,2 % вище за високо-інтенсивну конвенціональну, на 35,4 % за низько-інтенсивну конвенціональну та на 35,2 % за високо-інтенсивну органічну) [4]. Дослідження проведене у Норвегії [10] свідчило про те, що концентрація α -ліноленової кислоти була найвищою та практично рівною у зразках органічного молока з ферм з довгим та коротким термінами випасу, які були та на 25,4 % вище, ніж конвенціональна ферма з коротким терміном випасу та на 14,1 % вище, ніж з довгим терміном. Ще одне дослідження норвезьких дослідників підтвердило загальну тенденцію: концентрація α -ліноленової кислоти була найвищою у зразках молока з органічної ферми з довгим терміном випасу (на 6,5 % вище за органічну ферму з коротким, на 11,9 % вище за конвенціональну ферму з довгим та на 26,0 % вище за конвенціональну ферму з коротким) [15].

Дослідження молока з 3 типів ферм у Великобританії показало сезонні зміни у концентрації α -ліноленової кислоти, які були більш значними у літній період. Вміст α -ліноленової кислоти в молоці з органічної ферми порівнювався з молоком з конвенціональних ферм, при цьому значення були вищими на 39,3 % та 11,8 %, ніж з високо-інтенсивної та низько-інтенсивної конвенціональних ферм відповідно. Результати зимових місяців порівнювалися тільки з високо-інтенсивною конвенціональною фермою та характеризувалися меншою різницею (на 27,4 % в органічних зразках) [9].

Порівняння вмісту α -ліноленової кислоти в органічному та конвенціональному молоці

Країна дослідження	Рік дослідження	Різниця вмісту в органічному молоці по відношенню до конвенціонального	Джерело
Німеччина, Швейцарія	2000-2001	+61,6 %	Kraft et al. [10]
Німеччина	2008	+57,2 %	Kushe et al. [4]
Італія	2002	+23,92 %	Bergamo et al. [11]
Велика Британія	2007-2008	+57 %	Butler et al. [12]
Велика Британія	2004-2005	+33,35 %	Butler et al. [9]
Німеччина	2009	+55,6 %	Shröder et al. [13]
Велика Британія	2007	+51,71 %	Stergiadis et al. [7]
Велика Британія	2010	+48,71 %	Stergiadis et al. [7]
Німеччина	2009	+42,5 %	Aulrich and Molkentin [14]
Норвегія	2007-2008	+26 %	Adler and Steinshamn [15]
Данія, Велика Британія	2009	+51,1 %	Slots et al. [16]
Норвегія	2007-2008	+25,4 %	Adler et al. [8]

Результати 18-місячного дослідження молока в Німеччині показали, що концентрація α -ліноленової кислоти була в середньому вище в органічному молоці (з мінімальною різницею взимку – 16,7% та максимальною – до 75% – впродовж літніх місяців). Абсолютні значення концентрації в органічних зразках були на 40%, вищими влітку, ніж взимку, а в конвенціональних – на 20% [14].

Ейкозапентаєнова та докозпентаєнова кислоти. Серед інших омега-3 кислот потенційними біомаркерами автентичності органічного молока можуть єйкозапентаєнова (C20:5 ω 3) та докозпентаєнова (C22:5 ω 3) кислоти. Аналіз 6 досліджень з 4 країн показав, що в середньому, в органічному молоці концентрація C20:5 ω 3 вище на 34,86 % (діапазон від -16,95 % до +58,4 %), а концентрація C22:5 ω 3 – на 26,26 % (діапазон від +19 % до +48,2 %) у порівнянні з конвенціональним.

Дослідження впливу різних типів господарювання [8] показало, що рівень єйкозапентаєнової кислоти був однаковим у зразках молока з органічної ферми з довгим та коротким термінами випасу та вищим на 33,4 % та 22,3 %, ніж у конвенціональних зразках з коротким та довгими термінами відповідно. Різниця в значеннях докозпентаєнової кислоти була меншою: однаковий вміст у органічних зразках молока, вищим на 20,0 % та 10,0 %, ніж у конвенціональних з коротким та довгими термінами відповідно.

Концентрація єйкозапентаєнової кислоти також варіювала в залежності від пори року: значення в органічних зразках були на 25,0 % вищими влітку, ніж взимку, а в конвенціональних – на 12,0 % [14].

Однією з важливих переваг органічного молока є більш висока концентрація кон'югатів лінолевої кислоти (**CLA**), яким властивий значний позитивний ефект на здоров'я споживача [10;11;17;18]. Основними потенційними біомаркерами серед групи кон'югатів є ізомери CLA 9 (C18:2 cis-9, trans-11) та CLA 10 (C18:2 trans-10, cis-12). Аналіз останніх досліджень, проведених в 6 країнах, показав, що концентрація CLA 9 в органічному молоці вища в середньому на 31,15% (діапазон результатів від 9,0 % до 71,9 %) (табл. 4).

Таблиця 3

Порівняння вмісту ейкозапентаєнової (C20:5 ω 3) та докозпентаєнової (C22:5 ω 3) кислот в органічному та конвенціональному молоці

Країна дослідження	Рік дослідження	Різниця вмісту C20:5 ω 3 в органічному молоці по відношенню до конвенціонального	Різниця вмісту C22:5 ω 3 в органічному молоці по відношенню до конвенціонального	Джерело
Німеччина, Швейцарія	2000-2001	+48,8%,	+48,2%	Kraft et al. [10]
Велика Британія	2007	+26,4 %	+21,94 %	Stergiadis et al. [7]
Велика Британія	2010	-16,95%	+15,91 %	Stergiadis et al. [7]
США	2011-2012	+32 %	+19 %	Benbrook et al. [5]
Німеччина	2009	+33,4%	-	Aulrich and Molkentin [14]
Велика Британія	2007-2008	+62 %	-	Butler et al. [12]
Німеччина	2009	+58,4 %	-	Shröder et al. [13]

Таблиця 4

Порівняння вмісту C18:2c9t11 в органічному та конвенціональному молоці

Країна дослідження	Рік дослідження	Різниця вмісту C18:2c9t11 в органічному молоці по відношенню до конвенціонального	Джерело
Велика Британія	2003-2004	+71,9%	Ellis et al. [2]
Велика Британія	2006-2008	+32%	Butler et al. [6]
Італія	2002	+19,1%	Bergamo et al. [11]
Німеччина, Швейцарія	2000-2001	+68,35%	Kraft et al. [10]
Велика Британія	2004-2005	+37,6%	Butler et al. [9]
Норвегія	2007-2008	+9%	Adler et al. [8]
Велика Британія	2004-2005	+43,66%	Butler et al. [12]
Норвегія	2007-2008	+10,6%	Adler and Steinshamn [15]
Данія, Велика Британія	2009	+17,1%	Slots et al. [16]

Результати досліджень молока в Норвегії показали, що концентрація CLA 9 була найвищою в органічному молоці з ферми з довгим терміном випасу худоби, що було більше на 9,3 %, ніж за умови короткого випасу, на 10,6%, ніж у конвенціональному молоці з ферми з коротким терміном випасу, на 15,8 %, ніж конвенціональному молоці з ферми з довгим терміном. Вміст ізомеру CLA 10 у органічному молоці (при довгому терміні випасу худоби), був на 33,4 % вищим за значення у зразках молока з інших типів ферм, які були однаковими

[1]. Дослідження в Норвегії показали неоднозначні результати, що відрізнялись від загальної тенденції. Серед чотирьох досліджених груп ферм, концентрація ізомеру CLA9 була найвищою в зразках молока з органічної ферми з довгим терміном випасу (на 13,3% вище за конвенціональну ферму з коротким терміном, на 16,87 % вище за органічну ферму з коротким терміном та на 22,9 % вище за конвенціональну ферму з довгим терміном [15]. Дослідження сумарних концентрацій ізомерів CLA у Великій Британії показало досить неочікувані результати. У зразках з неорганічної ферми (т.зв. «новозеландського» типу, з використанням азотних добрив) загальна концентрація CLA була на 26,56 % та на 41,1 % вище, ніж в зразках органічного та конвенціонального молока відповідно. В органічному молоці значення були вищими за конвенціональне на 44,04%. Також, концентрація CLA 9 у зразках з неорганічної ферми була вища на 28,82% та на 59,9% ніж у зразках органічного та конвенціонального молока відповідно. В органічному молоці значення були вищими за конвенціональне на 43,66 % [12]

В органічному молоці з низько-інтенсивної ферми у Німеччині сумарний вміст CLA був вище на 55,7%, ніж у конвенціональному молоці з високо-інтенсивної ферми, на 10,3 % вище за конвенціональне молоко з високо-інтенсивної ферми та на 32,1 % вище за органічне молоко з високо-інтенсивної ферми [4]. Дослідження молока зимового періоду в Швеції показало, що в зразках органічного молока сумарна концентрація CLA була вищою на 15,3 %, ніж у конвенціональних [3]. Визначення особливостей жирнокислотного складу в молоці літнього періоду в Німеччині та Швейцарії показало, що в зразках органічного молока концентрація суми ізомерів CLA вище на 69,1 %, а ізомеру cis-11, trans-13 – на 91,8 % у порівнянні з конвенціональним. Але, концентрації ізомерів cis-10, trans-12 та cis-7, trans-9 значно не відрізнялися [3].

Дослідження молока у Великобританії показало, що впродовж літніх місяців, при годуванні на пасовищі, концентрація CLA 9 у молоці з низько-інтенсивної органічної ферми була вищою на 33,6 %, ніж з високо-інтенсивної конвенціональної, але на 19,4 % нижчою, ніж з низько-інтенсивної конвенціональної. Ситуація з концентрацією CLA 10 була подібною: у зразках з низько-інтенсивної органічної ферми вона була на 6,1 % вищою за високо-інтенсивну конвенціональну, але на 13,2 % нижчою, ніж низько-інтенсивна конвенціональна. Результати зимових місяців були тільки у порівнянні низько-інтенсивної органічної та високо-інтенсивної конвенціональної ферм: концентрація ізомерів CLA 9 та CLA 10 у зразках з першого типу була вищою на 20,5% та 9,9% відповідно [9]. Водночас, результати одного дослідження молока в Німеччині показують, що концентрація CLA не може бути достовірним параметром для автентифікації органічного молока, тому що вона не відрізнялася [14].

Пора року також впливає на концентрацію CLA. Значення влітку були на 28,6 % вищими, ніж взимку, але за обох систем ведення господарства [2]. Концентрація CLA в зразках органічного молока в Бразилії були вищими весною (на 40,9%), влітку (на 58,2 %) та восени (на 64,3 %), ніж в зимовий період, але дослідники пов'язують це в першу чергу з відмінностями у раціоні [19]. За даними досліджень молока з роздрібної мережі у Великобританії концентрація CLA 10 не залежала від типу господарювання [6].

Характерна для молочного жиру транс-11-октадеценова кислота (транс-вакценова кислота) також використовується дослідниками для автентифікації органічного молока. Аналіз 6 досліджень, проведених в 6 країнах, показав, що концентрація транс-11 ізомеру вакценової кислоти була вищою в органічному молоці в середньому на 26,5 % (діапазон від 7,9 % до 75,6 %) (Табл. 5).

Результати дослідження в Німеччині показали, що у молоці з низько-інтенсивної органічної ферми концентрація транс-11 вакценової кислоти була вищою на 65,3 %, ніж з високо-інтенсивної конвенціональної ферми, на 7,9 % вище за низько-інтенсивну конвенціональну ферму та на 19,6% вище за високо-інтенсивну органічну ферму [4]. Тобто, результат відрізняється від загальної тенденції – у випадку з низько-інтенсивним

конвенціональним та високо-інтенсивним органічним молоком. Подібні протиріччя виявлені в ході широкого дослідження молока у Великобританії, яке показало, що впродовж літніх місяців, при годуванні на пасовищі, концентрація транс -11 ізомеру вакценової кислоти у молоці з низько-інтенсивної органічної ферми була вищою на 36,7 %, ніж з високо-інтенсивної конвенціональної, але на 15,3 % нижчою, ніж з низько-інтенсивної конвенціональної. Результати зимових місяців свідчать, що концентрація транс-11 ізомеру вакценової кислоти у молоці низько-інтенсивної органічної ферми була вищою на 6,3 %, ніж з високо-інтенсивної ферми [9].

Таблиця 5

Порівняння вмісту транс-вакценової кислоти в органічному та конвенціональному молоці

Країна дослідження	Рік дослідження	Різниця вмісту транс-вакценової кислоти в органічному молоці по відношенню до конвенціонального	Джерело
Італія	2002	+33,5 %	Bergamo et al. [11]
Німеччина	2008	+7,9 %	Kushe et al. [4]
Німеччина, Швейцарія	2000-2001	+75,6 %	Kraft et al. [10]
Норвегія	2007-2008	+16,7 %	Adler et al. [8]
Норвегія	2007-2008	+16,2 %	Adler and Steinshamn [15]
Данія, Велика Британія	2009	+9,1 %	Slots et al. [16]

Результати досліджень молока в Норвегії показали, що концентрація транс-11 вакценової кислоти була найвищою в зразках з органічної ферми з довгим терміном випасу, вищим на 2,1 %, ніж для органічної ферми з коротким терміном, більшим на 16,7%, ніж для конвенціональної ферми з коротким терміном та на 11,9 % вищими, ніж для конвенціональної ферми з довгим терміном випасу [8].

Ще одне дослідження в Норвегії показало, що концентрація транс-11 ізомеру вакценової кислоти була найвищою і практично однаковою у зразках молока з органічних ферм з довгим та коротким термінами випасу та на 5,2 % вище за конвенціональну ферму з коротким терміном, на 16,5 % вище за конвенціональну ферму з довгим терміном випасу [15].

За даними дослідження у Великій Британії, концентрації транс-11 ізомеру вакценової кислоти в органічному і конвенційному молоці знаходилися в одному діапазоні. Впродовж періоду досліджень, показники C18:1 транс-11 зростали в квітні та травні, а найнижчі показники були в серпні. Не спостерігалось залежності від типу господарювання [2].

Дослідження пастеризованого молока в Італії показало, що концентрація транс-11 ізомеру вакценової кислоти була на 33,5 % вищою в органічних зразках, ніж у конвенціональних, а після ультрапастеризації (нагрівання до 142-145°C впродовж 2-5 хвилин) була вищою тільки на 2,5 % [11].

Висновки

1. Аналіз жирнокислотного складу може застосовуватись для підтвердження автентичності органічного молока, шляхом визначення відмінностей в органічному та конвенціональному молоці з урахуванням конкретного регіону, типу ведення господарства (високо- або низько інтенсивного), сезонів року.

2. Найбільш перспективними маркерами для підтвердження автентичності молока можуть вважатись родина омега 3, омега 6 та омега 7 та омега 5 жирних кислот.

3. Потенційно можливо для підтвердження автентичності органічного молока визначати сумарну концентрацію кон'югатів лінолевої кислоти та її окремих ізомерів – C18:2 cis-9, trans-11 та C18:2 trans-10, cis-12.

Література

1. Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» / Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2014. – №20-21. – С.721.
2. Ellis K.A. Comparing the Fatty Acid Composition of Organic and Conventional Milk/ K.A. Ellis, Innocent G., Grove-White D., Cripps P., McLean W.G., Howard C.V., Mihm M. // *Journal of Dairy Science*. – 2006. – Vol.89. – P.1938-1950.
3. Fall N. Fatty acid content, vitamins and selenium in bulk tank milk from organic and conventional Swedish dairy herds during the indoor season / N. Fall, U. Emanuelson // *Journal of Dairy Research*. – 2011. – №78. – P.287-292.
4. Kushe D. Fatty acid profiles and antioxidants of organic and conventional milk from low-and high-input systems during outdoor period / D.Kushe, K.Kuhnt, K.Ruebesam, C.Rohrer, A.FM Nierop, G.Jahreis, T.Baars // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2014. – Vol.95., Issue 3. – P.529-539.
5. Benbrook C.M. Organic Production Enhances Milk Nutritional Quality by Shifting Fatty Acid Composition: A United States–Wide, 18-Month Study / C.M Benbrook, G.Butler, M.A. Latif, C. Leifert, D.R. Davis // *PLoS ONE*. – 2013. Vol.8, Issue 12: e82429. The way of access: doi:10.1371/journal.pone.0082429
6. Butler G. Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England / G.Butler, S.Stergiadis, C.Seal, M.Eyre, C.Leifert // *Journal of Dairy Science*. – 2011. – Vol.89. – P.24-36.
7. Stergiadis S. Improving the fatty acid profile of winter milk from housed cows with contrasting feeding regimes by oilseed supplementation / S. Stergiadis, C. Leifert, C.J. Seal, M.D. Eyre, H. Steinshamn, G. Butler // *Food Chemistry*. – 2014. – №164. – P.293-300.
8. Adler S.A. Effect of short-term versus long-term grassland management and seasonal variation in organic and conventional dairy farming on the composition of bulk tank milk / S.A. Adler, S.K. Jensen, E. Govasmark, H. Steinshamn // *Journal of Dairy Science*. – 2013. – №96. – P.5793-5810.
9. Butler G. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high-and low-input conventional and organic systems: seasonal variation / G.Butler, J.H Nielsen, T. Slots, C.Seal, M. D Eyre, R.Sanderson, C.Leifert // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2008. – Vol.88. – P.1431-1441.
10. Kraft J. Differences in CLA Isomer Distribution of Cow's Milk Lipids / J.Kraft, M.Collomb, P.Moskel, R.Sieber, G.Jahreis // *Lipids*. – 2003. – Vol.38, No.6. – P.657-664.
11. Bergamo P. Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products / Paolo Bergamo, Elene Fedele, Luigi Iannibelli, Giovanni Mazillo // *Food Chemistry*. – 2003. – № 82. – P.625-631.
12. Butler G. The effects of dairy management and processing on quality characteristics of milk and dairy products / G. Butler, J.H. Nielsen, M.K. Larsen, B. Rehberger, S. Stergiadis, A. Canever, C.Leifert // *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. – 2011. – №58. – P.97-102.
13. Shröder M. Investigating the day-to-day variations of potential marker fatty acids for organic milk in milk from conventionally and organically raised cows // *European Food Resources Technology*. – 2011. – №232. – P.167-174.
14. Aulrich K. Potential of Near Infrared Spectroscopy for differentiation of organically and conventionally produced milk / K.Aulrich, J.Molkentin // *Landbauforschung - vTl Agriculture and Forestry Research*. – 2009. – №4 (59). – P.301-308.
15. Adler S. Effect of grassland management in organic and conventional farming systems on bovine milk quality – a field study/ S.Adler, H.Steinshamn // *Workshop at: Workshop*

on quality and nutrition value of organic milk and meat. Jastrzębiec, Poland, 19-20 November, 2009. The way of access: http://orgprints.org/16858/1/Adler_et_al_2009_Grassland_management_Poland_presentation.pdf.

16. Slots T. Potentials to differentiate milk composition by different feeding strategies / T. Slots, Butler G., Lefert C., Kristensen T., Skibsted L.H., Nielsen J.H. // Journal of Dairy Science. – 2009. – Vol.92, №5 – P.2057-2066.

17. Quality of Organic vs. Conventional Food and Effects on Health. Report / D. Matt, E. Rembialkowska, A. Luik, E. Peetsmann, S. Pehme // Estonian University of Life Sciences. – 2011. – 104 p.

18. Butler G. Effect of organic production methods on product quality and animal health and welfare; why are the differences? / G. Butler and C. Leifert // Proceedings of the conference on Improvement of quality of animal products obtained in sustainable production systems with special reference to bioactive components and their benefit for human health, 14-15 May 2009, Jastrzebiec, P.88-93.

19. Fanti M.G.N. Contribuição ao estudo das características físico-químicas e da fração lipídica do leite orgânico (Contribution to the study of physicochemical characteristics and lipid fraction of organic milk) / M.G.N. Fanti, K. E. Almeida, A.M. Rodrigues, R.C. Silva, A.C.R. Florence, L.A. Gioielli, M.N. Oliveira // Ciência e Tecnologia de Alimentos. – 2008. – №28. – P.259-265.