



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9515
<http://nvlvet.com.ua>

UDC 579.67: 614.3: 636.083:637.075

Hygienic status of raw milk after phytoceuticals using

L.A. Kondrasii¹, O.M. Iakubchak¹, A.M. Shevchenko², S.G. Danylenko³

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Private company “Tores-H”, Kyiv, Ukraine

³Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 11.09.2019

Received in revised form

14.10.2019

Accepted 15.10.2019

National University of Life and
Environmental Sciences of
Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.
Tel.: +38-093-786-59-47
E-mail: l.kondrasii@nubip.edu.ua

Private company “Tores-H”,
Kyiv, Ukraine.
E-mail: anshevch74@gmail.com

Institute of Food Resources of
NAAS, Kyiv, Ukraine.
Yevhena Sverstiuka, Str., 4A,
Kyiv, 02000, Ukraine.
E-mail: svet1973@gmail.com

Kondrasii, L.A., Iakubchak, O.M., Shevchenko, A.M., & Danylenko, S.G. (2019). Hygienic status of raw milk after phytoceuticals using. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 21(95), 84–88. doi: 10.32718/nvlvet9515

It is relevant to use bactericidal agents of plant origin for prevention and treatment of cow's mastitis that are generally positive for ensuring raw milk safety and quality. However, a significant effect is gained by using vegetable oils or organic compounds produced with the use of technologies that are able to enhance the effect. It is important to confirm scientifically safety and quality of raw milk after using modern plant bactericidal agents (phytoceuticals), such as Tim-O-Mast balm. Hygienic condition of raw milk received from cows after using Tim-O-Mas® balm was determined by organoleptic, physical, chemical and safety parameters of the milk. The presence of inhibitory substances was revealed by screening tests and by cultures of lactic acid microorganisms. Milk was sampled after 6 hours of the balm injection into the udder of healthy cows (intracisternally). The results of studies indicated that after highest dosage intracisternally injection of Tim-O-Mast® balm milk had aroma and taste of essential oils after 3 hours of storage at 28.0 ± 1.0 °C, the total bacteria count (MAFAM) of the milk was significantly lower if compare to the control group by 6.5 × 10³ CFU/cm³; after 9 and 24 hours of storage at 6.0 ± 1.0 °C, the total bacteria count in the milk of the experimental group was less than in the control group by 49.7% and 34.4%, respectively, but between the groups no significant difference was observed. After dilution of milk samples obtained from cows of the experimental (cows after highest intracisternally injection dosage of Tim-O-Mast® balm) and control group in the ratio of 1:1 and 1:3 there was no organoleptic changes and inhibition of MAFAM growth. Raw milk from cows after highest dosage of Tim-O-Mast® balm had proper component composition and physic-chemical properties, judging by density, acidity, lactose, protein, fat and milk solids non-fat content. Screening tests, for example Delvotest SP NT®, was not sensitive for detection of Tim-O-Mast® balm in raw milk. Growth of lactic acid microorganisms cultures – *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus thermophiles* and *Lactobacillus acidophilus* in milk after Tim-O-Mast® balm application did not have quantitative and qualitative difference with milk of control group, which indicate the fitness of such milk for the dairy products production.

Key words: raw milk, cows, Tim-O-Mast®, safety, quality, total bacteria count, screening tests.

Гігієнічна оцінка молока за використання фітоцетиків

Л.А. Кондрасій¹, О.М. Якубчак¹, А.М. Шевченко², С.Г. Даниленко³

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

²ПП “Торес-Н”, м. Київ, Україна

³Інститут продовольчих ресурсів, м. Київ, Україна

Для профілактики та лікування маститу корів нині актуально застосовувати бактерицидні засоби рослинного походження, що є доцільним з метою гарантування безпечності та якості молока. Відомо, що суттєвий ефект отримують за використання рослинних олій або органічних сполук, виготовлених з використанням технологій, які здатні підсилювати позитивний ефект. Тому

важливо науково обґрунтувати безпечність та якість сирого молока після використання сучасних рослинних бактерицидних засобів, зокрема бальзаму Tim-O-Mast®. Для проведення гігієнічної оцінки сирого молока корів, яким застосовували бальзам Tim-O-Mast®, досліджено його органолептичні, фізико-хімічні та показники безпечності. Наявність інгібувальних речовин виявляли скринінг-тестами та за допомогою культур молочнокислих мікроорганізмів. Дослідження молока проведено через 6 год після застосування препарату. За результатами досліджень виявлено, що після внутрішньоцистернального застосування максимальних доз коровам бальзаму Tim-O-Mast® відразу після видоювання у першому молоці відчувається легкий аромат та присмак ефірних олій; через 3 год зберігання за температури $28,0 \pm 1,0$ °C кількість МАФАНМ у молоці корів, яким застосовано Tim-O-Mast® була достовірно меншою на $6,5 \times 10^3$ КУО/см³, порівняно з контрольною групою; через 9 та 24 год. зберігання за температури $6,0 \pm 1,0$ °C кількість МАФАНМ у молоці дослідної групи була нижчою від значень контрольної груп на 49,7% та 34,4% відповідно, проте достовірної різниці між групами не виявляли. За умов розведення проб молока корів дослідної та контрольної груп у співвідношеннях 1:1 та 1:3 заданих органолептичних змін та затримки росту МАФАНМ не виявляли. Дослідження густини, кислотності, масової частки білка, жиру, сухого знежиреного молочного залишку та лактози в молоці показали, що за максимальних доз використання коровам бальзаму Tim-O-Mast® сире молоко зберігає належний компонентний склад та фізико-хімічні властивості. Скринінг-тести, зокрема Delvotest SP NT, не чутливі до виявлення бальзаму Tim-O-Mast® у сирому молоці. Ріст культур молочнокислих мікроорганізмів – *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus acidophilus* у середовищі з молоком корів після застосування бальзаму Tim-O-Mast® не відрізнявся за кількістю та якістю порівняно з молоком контрольної групи корів, що свідчить про придатність даного молока для виготовлення молочнокислих харчових продуктів.

Ключові слова: сире молоко, корови, Tim-O-Mast®, безпечність, якість, кількість МАФАНМ, скринінг тести.

Вступ

Основними джерелами збільшення виробництва молока є ріст поголів'я корів та підвищення їхньої продуктивності. Проте вони часто гальмуються через різні захворювання корів, зокрема на мастит. При цьому ринок України наповнений пропозиціями щодо лікарських засобів та програм ліквідації маститу на фермі. Швидкий ефект лікування клінічної форми маститу за гострого прояву можливий лише за застосування антибіотиків. Проте активне використання антибіотиків має негативні наслідки. У зв'язку з цим фермери, а особливо виробники органічних молочних продуктів, створюють і застосовують схеми попередження виникнення маститу в корів за допомогою бактерицидних засобів рослинного походження.

Варто зазначити, що трави та їхні екстракти здавна використовують у лікарській практиці. Чебрець (*Thymus vulgaris* L.) відомий своїми антибактеріальними та протизапальними властивостями, адже до складу його ефірної олії входить тимол (до 42%), карвакрол, п-цимол, а також дубильні речовини, гіркоти, тритерпенові вуглеводи і флавоноїди. Ефірні олії материнки та чебрецю у визначених концентраціях здатні діяти як протигрибкові та протиалергенні засоби (Alinkina, 2013; Sakkas & Papadopoulou, 2017).

Визначено, що комбінація тимолу та карвакролу діє бактерицидно щодо штамів *S. aureus*, а в низьких концентраціях має антиоксидантний ефект. Олія чебрецю та орегано діє бактерицидно щодо *Mycotoxigenic Aspergillus*, *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes* і *Escherichia coli* (Jel'kaib & Leont'ev, 2015; Rúa et al., 2019; Tatlisu et al., 2019). Ефірна олія чебрецю за внутрішнього застосування коровам здатна поліпшувати ферментативні процеси рубця, а олія материнки – підвищує активність антиоксидантних ферментів організму та сприяє детоксикації ксенобіотиків. Також дослідники рекомендують ефірні олії для внутрішнього та зовнішнього застосування в гуманній і ветеринарній медицині, а також як добавки до молочних продуктів з метою подовження терміну зберігання (Govaris et al., 2011; Khorrami et al., 2015; Galiev & Dzhamanbaeva, 2016; Stevanović et al., 2018; El-Sayed

& Youssef, 2019). Дослідження вказують на можливість виявлення залишкових кількостей (до 0,0005 мкг/мл⁻¹) тимолу та карвакролу в плазмі, печінці, нирках і жирі тварин до 72-ї години за умов місцевого та інтрамамарного застосування препаратів на їх основі. Період напіврозпаду в плазмі короткий для тимолу і карвакролу (близько 1,6 год), тимчасом як в тканинах – від 13,9 до 31,5 год для тимолу і від 16,9 до 25 год для карвакролу (Mason et al., 2017). При цьому важливо зазначити, що виявлення залишкових кількостей фітоцетиків у тканинах організму після їх інтрамамарного чи місцевого застосування ускладнене. Незначна концентрація фітоцетиків недостатня для визначення скринінговими тестами на беталактами чи бактеріальні інгібітори. Окремі фітоцетики навіть перешкоджають виявленню антибіотиків (Mason et al., 2017; Mullen et al., 2017).

Таким чином, зазначені дані свідчать про безпечність для споживачів молока із можливою залишковою кількістю лікарських засобів на основі рослинних олій, зокрема чебрецю та материнки. Попри такі дані молоко-сировина корів, яким застосовано такі засоби потребує оцінки щодо безпечності, якості та придатності для технологічних процесів виробництва молочних продуктів.

Мета нашої роботи полягала в гігієнічній оцінці сирого молока за використання фітоцетиків, зокрема бальзаму Tim-O-Mast® корів. Для досягнення мети виконали органолептичні дослідження, оцінку фізико-хімічних показників сирого молока, а також культивування молочнокислих мікроорганізмів у середовищі з додаванням молока після застосування коровам бальзаму Tim-O-Mast®.

Матеріал і методи досліджень

Бальзам Tim-O-Mast® є фітоцетиком для лікування субклінічного та клінічної форм маститу великої та дрібної рогатої худоби. Основними діючими речовинами препарату є ефірна олія чебрецю, материнки, екстракт гіркої апельсину, екстракт жовтокореня канадського. Згідно з рекомендаціями використовуву-

ють внутрішньоцистернально. Виробник бальзаму Tim-O-Mast® – корпорация Attain Med (США).

Для досягнення мети сформовано дослідну та контрольну групу (по 10 корів у кожній) із клінічно здорових корів голштинської породи першої лактації за принципом аналогів. Догляд, годівля і напування тварин були достатні та повноцінні. Доїння корів впродовж доби – триразове. Дослід виконано в період 03–16.06.2019 р. на базі відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України “Агрономічна дослідна станція”. Окремі лабораторні дослідження виконано в умовах кафедри ветеринарно-санітарної експертизи Національного університету біоресурсів і природокористування України та Інституту продовольчих ресурсів НААН України. Дослідній групі корів препарат застосовано одноразово в дозі 40 см³ на тварину. Спосіб застосування – внутрішньоцистернальне введення по 10 см³ препарату в кожну дійку за допомогою шприца-туба. Контрольна група корів була інтактною. Час між введенням препарату та контрольним здоюванням становив 6 год. Від кожної корови відібрано середню пробу молока.

Дослідження проб молока охоплювали визначення органолептичних показників (колір, запах, консистенція, смак), показників якості – густини, масової частки жиру, масової частки білка, масової частки сухого знежиреного залишку за допомогою приладу Ecomilk 120; кислотності молока – методом титрування з вираженням результатів у градусах Тернера (°Т); водневий показник (рН) – за допомогою рН-метра типу рН-211; вміст лактози – рефрактометричним методом; виявлення інгібувальної дії залишкових кількостей препарату в молоці – за допомогою Delvotest SP NT (DSM, Netherlands), BetaStar 4D (Neogen, USA); кількісне визначення МАФАНМ у молоці – за використання тест-пластин Petrifilm 6406 (3M, USA); вплив на розвиток музейних культур молочнокислих мікроорганізмів – згідно з ДСТУ 7089:2009.

Визначення кількості МАФАНМ у молоці виконували за кількістю мезофільних аеробних та факультативних анаеробних мікроорганізмів, отриманих на

висівах середніх проб молока корів дослідної та контрольної груп. Висіви виконували від проб молока, що зберігали за температури 28,0 ± 1,0 °С та 6,0 ± 1,0 °С.

Придатність молока корів після застосування Tim-O-Mast® для розвитку молочнокислих бактерій визначали за їх кількістю після культивування у середовищі МРС з додаванням молока корів дослідної та контрольної груп. Культивування проводили за температури 37 °С: до 10 см³ середовища МРС-1 вносили 1 см³ культури молочнокислих бактерій (із визначеною концентрацією мікроорганізмів) та 1 см³ молока корів дослідної або контрольної груп.

Результати та їх обговорення

За визначення органолептичних властивостей встановлено, що колір та консистенція молока корів дослідної групи не відрізнялися від молока корів контрольної групи. Проте під час дослідження запаху в молоці корів дослідної групи виявлено легкий аромат трав, а на смак воно мало відчутний присмак ефірної олії. Органолептичні дослідження виконували щодо проб молока корів дослідної та контрольної груп на 9-ту та 24 год зберігання проб молока за температури 6,0 ± 1,0 °С. За умов розведення молока дослідної групи молоком контрольної групи у співвідношенні 1 : 3 та з подальшим доїнням зазначених змін смаку та запаху не виявляли. У контрольній та дослідній групах вони були ідентичними.

Дослідження фізико-хімічних показників середніх проб молока корів контрольної і дослідної груп за умови застосування препарату Tim-O-Mast® наведено у таблиці 1.

Досліджувані показники якості молока корів обох груп були в межах, визначених чинним ДСТУ 3662–2018. Статистично достовірної різниці показників якості молока корів між контрольною та дослідною групою не виявлено. Отже, препарат не справляє впливу на синтез компонентів молока у молочній залозі корів та не змінює його фізико-хімічних показників.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники сирого молока корів за використання бальзаму Tim-O-Mast®, М ± m, n = 5

Показники якості молока	Контрольна група	Дослідна група
Густина, кг/м ³	1028,3 ± 0,33	1027,9 ± 0,38
Масова частка жиру, %	3,14 ± 0,07	3,11 ± 0,09
масова частка білка, %	3,04 ± 0,06	2,95 ± 0,04
Масова частка сухого знежиреного молочного залишку, %	8,20 ± 0,08	7,94 ± 0,12
Кислотність, °Т	17,1 ± 0,12	16,9 ± 0,29
рН	6,6 ± 0,07	6,6 ± 0,05
Лактоза, %	4,92 ± 0,09	4,89 ± 0,15

Залишкові кількості бальзаму Tim-O-Mast® не виявлені скринінг-тестом на беталактами – BetaStar® 4D та тестом на інгібування мікроорганізмів – Delvotest® SP NT (Mullen et al., 2017). Проте результа-

ти досліджень розвитку МАФАНМ у сирому молоці досліджуваних груп корів за різних температур зберігання середніх проб вказали на певну бактеріостатичну дію (табл. 2).

Таблиця 2

Розвиток МАФАНМ у сирому молоці корів, за використання бальзаму Tim-O-Mast[®], M ± m, n = 3

Тривалість зберігання, год	Кількість МАФАНМ, отримана у середніх пробах молока контрольної і дослідної групи та їх розведеннях, КУО/см ³			
	Контрольна група	Дослідна група	Розведення 1:1	Розведення 3:1
Зберігання проб молока за температури 28,0 ± 1,0 °C				
Після видоювання	9,5 × 10 ³ ± 1,06	11,8 × 10 ³ ± 0,26	11,7 × 10 ³ ± 1,50	9,2 × 10 ³ ± 1,76
2	13,9 × 10 ³ ± 1,14	12,3 × 10 ³ ± 1,32	12,6 × 10 ³ ± 2,02	13,5 × 10 ³ ± 1,67
3	19,2 × 10 ³ ± 1,50	12,7 × 10 ³ ± 1,85*	14,7 × 10 ³ ± 2,46	18,6 × 10 ³ ± 0,79
Зберігання проб молока за температури 6,0 ± 1,0 °C				
9	28,6 × 10 ³ ± 2,64	14,4 × 10 ³ ± 1,23	24,5 × 10 ³ ± 2,90	27,3 × 10 ³ ± 3,43
24	47,9 × 10 ³ ± 1,94	31,4 × 10 ³ ± 2,38	35,8 × 10 ³ ± 5,01	46,8 × 10 ³ ± 2,11

Примітка: *відмінність щодо показників молока корів контрольної групи достовірна, P < 0,05

Встановлено, що у середніх пробах молока корів дослідної групи, які зберігали за температури 28,0 ± 1,0 °C, кількість МАФАНМ була достовірно меншою (на 33,9%) на 3-ю годину зберігання, порівняно з контрольною групою. Поясненням такого явища може бути наявність бактерицидних речовин рослинного походження у застосованому бальзамі (Mullen et al., 2014; Wang et al., 2018). Щодо середніх проб молока, які зберігали за температури 6,0 ± 1,0 °C, то статистично достовірної різниці між показниками молока корів контрольної та дослідної груп не встановлено. Проте варто звернути увагу, що кількість МАФАНМ молока корів, яким застосовували Tim-O-Mast[®], були нижчі, порівняно з контрольною групою на 9- та 24-ту год. зберігання на 49,7% та 34,4%, відповідно. Крім того досліджувана кількість МАФАНМ

у розведеннях середніх проб молока корів також не мала достовірної різниці щодо контрольної групи за обох температурних режимів. Отримані результати вказують на наявність залишку бальзаму Tim-O-Mast[®], інгібуюча дія якого може бути нівельована у збірному молоці.

З метою визначення придатності сирого молока корів, яким застосовано бальзам Tim-O-Mast[®] у максимальних рекомендованих дозах, для виготовлення молочних продуктів було проведено дослідження щодо культивування молочнокислих бактерій на середовищі МРС з додаванням молока корів дослідної та контрольної групи. Отримані результати вказали на типовий ріст культур у молоці дослідної та контрольної груп (табл. 3).

Таблиця 3

Розвиток молочнокислих мікроорганізмів у сирому молоці корів, яким застосовано бальзам Tim-O-Mast[®], M ± m, n = 3

Культура	Початкова концентрація, КУО/см ³	Через 7 годин культивування, КУО/см ³	
		Контрольна група	Дослідна група
<i>Lactobacillus plantarum</i>	(5,3 ± 0,3) × 10 ⁶	(6,1 ± 0,4) × 10 ⁷	(5,7 ± 0,3) × 10 ⁷
<i>Streptococcus thermophilus</i>	(7,4 ± 0,4) × 10 ⁶	(3,0 ± 0,3) × 10 ⁸	(2,0 ± 0,4) × 10 ⁸
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	(4,0 ± 0,3) × 10 ⁶	(9,8 ± 0,8) × 10 ⁷	(9,4 ± 0,7) × 10 ⁷

За культивування молочнокислих культур *Lactobacillus plantatum*, *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus acidophilus* не встановлено достовірної різниці між кількістю колоній, отриманих на середовищі з молоком дослідної та контрольної груп корів. Отже, залишкові кількості бальзаму Tim-O-Mast[®] у молоці корів не справляють інгібувальної дії на розвиток молочнокислих мікроорганізмів.

Висновки

1. Встановлено, що органолептичні показники, а саме смак та запах молока корів, яким застосовували бальзам Tim-O-Mast[®] у максимальній дозі (40 мл/гол), мають легкий аромат та присмак ефірної олії трав на 24 год. досліду у разі зберігання проб молока за температури 6,0 ± 1,0 °C. В умовах розведень та подальших здоювань згаданих ознак не виявили.

2. Залишкові кількості бальзаму Tim-O-Mast[®] у сирому свіжовидоєному молоці корів не виявлені скринінг-тестами BetaStar[®] 4D та Delvotest[®] SP NT.

3. Застосування бальзаму Tim-O-Mast[®] коровам не впливає на фізико-хімічні показники сирого молока, оскільки густина, рН, вміст лактози, титрована кислотність, масова частка сухого знежиреного молочного залишку, масова частка жиру та білка молока корів дослідної групи не мали достовірної різниці з контрольною групою.

4. Бальзам Tim-O-Mast[®] здатен затримувати розвиток МАФАНМ у сирому молоці корів, та лише за умови максимальної дози його застосування. Так, кількість МАФАНМ у пробах сирого молока корів (відібраних через 6 год після застосування бальзаму Tim-O-Mast[®]) на 3 год зберігання за температури 28,0 ± 1,0 °C була достовірно меншою на 6,5 тис. КУО/см³, порівняно з результатами щодо молока контрольної групи корів. За розведеннях проб молока корів дослідної групи у співвідношенні 1:1 та

1:3 кількість МАФАНМ за різних температурних режимів не мала достовірної різниці з контрольною групою.

5. Чисельність молочнокислих мікроорганізмів *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus acidophilus*, які додавали у поживне середовище з молоком корів, котрим застосовували бальзам Tim-O-Mast® за умови максимальної дози, не мала достовірної різниці з кількістю молочнокислих мікроорганізмів, культивованих з молоком корів контрольної групи, що свідчить про відсутність інгібувального впливу на лактобактерії,

Перспективи подальших досліджень стосуються встановлення придатності бальзаму Tim-O-Mast® для консервації вимені корів у сухостійний період і оцінки показників безпечності та якості молозива.

References

- Alinkina, E.S. (2013). *Antioksidantnye i antiradikal'nye svojstva jefirnyh masel in vivo i in vitro: Avtoref. dis. ... k. b. nauk. Moskva (in Russian).*
- DSTU 7089:2009. *Moloko i molochni produkti. Metodika pidrahovuvannja kil'kosti mezofil'nih aerobnih ta fakultativno-anaerobnih mikroorganizmiv, drizhdzhiv i plisenevih gribiv za dopomogoju plastin (in Russian).*
- El-Sayed, S.M., & Youssef, A.M. (2019). Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. *Heliyon*, 5(6), e01989. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01989.
- Jel'kaib, H.M., & Leont'ev, V.N. (2015). Ingibirovanie rosta bakterij roda *Rseudomonas* rastitel'nymi jekstraktami. *Trudy BGU*, 10(1), 104–107 (in Russian).
- Galiev, A.R., & Dzhamanbaeva, A.M. (2016). Molochnye produkty s povyshennoj antioksidantnoj aktivnost'ju. *Izvestija Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. I. Razzakova*, 40, 85–90. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27674660> (in Russian).
- Govaris, A., Botsoglou, E., Sergelidis, D., & Chatzopoulou, P.S. (2011). Antibacterial activity of oregano and thyme essential oils against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157: H7 in feta cheese packaged under modified atmosphere. *LWT-Food Science and Technology*, 44(4), 1240–1244. doi: 10.1016/j.lwt.2010.09.022.
- Khorrami, B., Vakili, A.R., Mesgaran, M. D., & Klevenhusen, F. (2015). Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. *Animal Feed Science and Technology*, 200, 8–16. doi: 10.5713/ajas.2012.12636.
- Mason, S.E., Mullen, K.A., Anderson, K.L., Washburn, S.P., Yeatts, J.L., & Baynes, R.E. (2017). Pharmacokinetic analysis of thymol, carvacrol and diallyl disulfide after intramammary and topical applications in healthy organic dairy cattle. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 34(5), 740–749. doi: 10.1080/19440049.2017.1285056.
- Mullen, K.A.E., Anderson, K.L., & Washburn, S.P. (2014). Effect of 2 herbal intramammary products on milk quantity and quality compared with conventional and no dry cow therapy. *Journal of dairy science*, 97(6), 3509–3522. doi: 10.3168/jds.2013-7460.
- Mullen, K.A., Beasley, E., Rizzo, J.Q., Washburn, S.P., Baynes, R.E., Mason, S.E., & Anderson, K.L. (2017). Potential of phytoceuticals to affect antibiotic residue detection tests in cow milk in a randomised trial. *Veterinary record open*, 4(1), e000214. doi: 10.1136/vetreco-2016-000214.
- Rúa, J., del Valle, P., de Arriaga, D., Fernández-Álvarez, L., & García-Arместo, M.R. (2019). Combination of Carvacrol and Thymol: Antimicrobial Activity Against *Staphylococcus aureus* and Antioxidant Activity. *Foodborne pathogens and disease*, 16(9), 622–629. doi: 10.1089/fpd.2018.2594.
- Sakkas, H., & Papadopoulou, C. (2017). Antimicrobial activity of basil, oregano, and thyme essential oils. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(3), 429–438. doi: 10.4014/jmb.1608.08024.
- Stevanović, Z., Bošnjak-Neumüller, J., Pajić-Lijaković, I., Raj, J., & Vasiljević, M. (2018). Essential oils as feed additives – future perspectives. *Molecules*, 23(7), 1717. doi: 10.3390/molecules23071717.
- Tatlisu, N.B., Yilmaz, M.T., & Arici, M. (2019). Fabrication and characterization of thymol-loaded nanofiber mats as a novel antimould surface material for coating cheese surface. *Food Packaging and Shelf Life*, 21, 100347. doi: 10.1016/j.fpsl.2019.100347.
- Wang, X., Feng, S., Ding, N., He, Y., Li, C., Li, M., ... & Li, Y. (2018). Anti-inflammatory effects of berberine hydrochloride in an LPS-induced murine model of mastitis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018. doi: 10.1155/2018/5164314.