

ЛАЗЕРНЕ ОПРОМІНЮВАННЯ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ МОЛОКА КОРІВ

І. В. Корх¹, І. О. Полєва², В. В. Пономарьова³

1. Кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник лабораторії селекційно-технологічних досліджень у дрібному тваринництві та конярстві; dr.fox2011@ukr.net
2. Кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії моніторингу і оцінки якості тваринницької продукції та кормів; ir.polevaia@gmail.com
3. Аспірантка; ponomareva.lera7@ukr.net
Інститут тваринництва НААН

Молоко є одним із найважливіших продуктів харчування завдяки наявності унікального складу поживних речовин: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінералів, які забезпечують вирішальний внесок у підтримку міцного стану здоров'я людини [1]. Зважаючи на те що в умовах сьогодення ключова увага щодо поліпшення якості надається не лише молоку, але й продуктам його перероблення, як одним із основних компонентів у харчуванні людини, технології управління їх безпечністю за використання альтернативних підходів набувають особливої актуальності. Як інноваційний підхід щодо реалізації цієї проблеми все частіше застосовують лазерні технології. Це ефективний, безконтактний і органічний метод, який має ряд переваг перед звичайними [2]. Наразі аргументовано стверджується думка, що лазерну терапію варто застосовувати як перспективний метод лікування великої рогатої худоби на клінічній мастит [3–5]. Важко не погодитися з твердженням, що мастити є найважливішим чинником зменшення продуктивності корів та зниження санітарної якості молока. За цих умов втрати продуктивності, що зумовлені маститом, коливаються в межах від 10 % до 40 % річного надою молока. Враховуючи те що позитивна дія лазера відбувається саме на місці конкретних, локальних ділянок, то застосування такого методу створює доволі строкату та часто сповнену протиріч картину, що загалом має за мету поліпшити якість продукції. На Заході посиленої значущості останнім часом набули дослідження щодо практичної реалізації цього методу внаслідок широкомасштабного впровадження сучасного технічного устаткування, новітніх технологій розведення та способів лікування тварин. У вітчизняній зоотехнічній науці також вже маємо аналогічні результати, що одержані на кролях, свинях та вівцях. Тож завдяки розпочатій роботі вже сформувався потреба та необхідне наукове підґрунтя для визначення та розробки нових стратегій розвитку. Це перші кроки, але зауважимо, що практична реалізація їх принципів так і залишається здебільшого в рамках ініціативи обмеженого кола науковців.

Відтак, метою проведених досліджень було встановити вплив інфрачервоного низькоінтенсивного лазерного опромінювання на хімічний склад молока корів, вміст соматичних клітин і мікроорганізмів.

Задля обґрунтування доцільності та ефективності використання лазерного опромінювання для зменшення забрудненості молока корів мікроорганізмами і соматичними клітинами провели дослід із його обробки за допомогою медичних лазерних апаратів «Ліка-терапевт» та «Ліка-терапевт М» виробництва фірми «Фотоніка плюс» (Україна) на базі Харківського національного університету сільського господарства імені Петра Василенка.

У межах підготовчого періоду дослідження задля визначення найбільш ефективної лазерної обробки молока застосовували низькоінтенсивні лазери з довжиною хвилі

$\lambda_{\text{випр}}= 405 \text{ нм}$, $\lambda_{\text{випр}}= 658 \text{ нм}$ та $\lambda_{\text{випр}}=810 \text{ нм}$, що відповідало фіолетовій, червоній та інфрачервоній ділянкам спектру.

Потужність лазерного опромінювання вимірювали оптичним ватметром LP1 виробництва фірми SANWA ELECTRIC INSTRUMENT CO. LTD. TOKYO. JAPAN.

Беручи до уваги результати попередньо проведеного аналізу, які не дали змоги виявити чітких відмінностей за якістю і безпечністю молока, прийняли рішення оцінити цей процес у часовій послідовності дії лазера за ілюстрації змін продукту, відібраного від корів української чорно-рябої молочної породи ДП ДГ «Гонтарівка» ІТ НААН Чугуївського району Харківської області. Утім як із трьох застосованих у експериментах лазерів обрали найефективніший.

Необхідно зауважити, що на тлі поступового подовження тривалості часу обробки молока інфрачервоним низькоінтенсивним лазерним опромінюванням констатовано активніший процес покращення основних компонентів та зниження вмісту соматичних клітин. Параметри густини та точки замерзання в обробленому молоці майже не відрізнялися від нативного. Водночас, статистично вірогідних відмінностей між показниками не встановлено. Після 4 с обробки лазером склад молока залишався стабільним. Із подовженням часового діапазону обробки до 8 с діагностували зростання масової частки сухої речовини на 0,12 % як наслідок паралельного підвищення в її складі масових часток жиру – на 0,06 %, білка – на 0,06 % та лактози – на 0,07 %. Ознаки незначного збільшення величин були властиві й вмісту сухого знежиреного молочного залишку та протеїну Pro. Total, різниця за якими щодо необробленого лазером молока перебувала на рівні 0,06 і 0,07 %. Натомість, обробка молока лазером вплинула на вміст соматичних клітин в опроміненому продукті, який знизився на 4,0 % щодо продукту без обробки.

Подібна динаміка зберігалася в рамках аналізу виявлених змін за дії лазера на молоко впродовж 12 с. При тому що підвищення масової частки сухої речовини в молоці на 0,30 %, масової частки жиру – на 0,10 %, білка – на 0,10 % і молочного цукру – на 0,15 % не спричинило вірогідних розбіжностей щодо нативного продукту. Одночасно з цим спостерігалася зростання в молоці сухого знежиреного залишку на 0,20 % та протеїну Pro. Total – на 0,15 %. Опромінювання молока лазером за цього режиму експозиції активніше вплинуло на пригнічення росту в ньому соматичних клітин і ефективність процесу зросла на 8,0 %.

Опромінювання продукту впродовж 4 с посилило його позитивну дію на рівень мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, що виразилося в затримці їх росту на 16,7 %. У подальшому цей процес зміцнився і за обробки молока впродовж 8 с відповідний показник знизився ще більше, сягнувши 28,3 %, порівняно з необробленим. Збільшення часу експозиції лазера до 12 с найістотніше на 35,0 % сприяло призупиненню зростання забруднення молока мікроорганізмами.

Якість молока за кількістю мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів відповідала гатунку «екстра». Бактерій кишкової палички, дріжджів, пліснявих грибів, представників роду *Sallmonella* і *Staphylococcus aureus* не ідентифіковано.

Органолептичні параметри оцінки дослідних і контрольного зразків молока не різнилися: їм були притаманні властивий колір, смак, запах. Однак визначення сиропридатності молока дало змогу виявити окремі особливості.

Час зсідання необробленого лазером молока за сичужною пробою варіював у проміжку від 22 хв до 18 хв, що вказує на повільне утворення в ньому білкових згустків, не

щільну структуру з наявністю пластівців, без відшарування сироватки, і як результат, воно було віднесено до III класу сиропридатності. Обробка молока лазером упродовж 4 с не спричинила суттєвих змін щодо класності, проте час згортання продукту виявився менший на 3 хв або 15,0 %, із коливаннями величин від 15 хв до 19 хв. Молоко, опромінене впродовж 8 с, істотніше відрізнялося від дії попередніх проміжків часу експозиції: зразки за якістю відповідали II класу сиропридатності, тривалість зсідання – нормальна, згортання відбувалося в межах 15 хв, що на 4,3 хв або 21,5 % швидше за необроблене молоко. Через 12 с опромінювання молоко також відповідало II класу, тривалість зсідання – нормальна, період згортання згустків становив від 13 хв до 15 хв, що в середньому на 6 хв або 30,0 % швидше. Крім того вони мали щільну структуру та швидше віддавали сироватку.

За бродильною пробою нативне молоко відповідало I-му класу сиропридатності за залікової оцінки якості добре. Через 12 годин після початку спостереження відмічено початкову стадію його зсідання, без видимого відшарування сироватки. Білкові згустки характеризувалися щільною структурою з наявністю незначних смужок, без пустот і бульбочок газу. Опромінене впродовж 4 і 8 с молоко мало аналогічний, щодо необробленого, клас за якість та технологічні властивості. Натомість експозиція обробки молока лазером упродовж 12 с забезпечила покращення щільності структури білкових згустків: візуально вони не мали порожнеч, розривів та відзначалися відсутністю відшарування сироватки.

За сичужно-бродильною пробою нативне молоко відповідало II класу сиропридатності з оцінкою якості задовільно. Білковим згусткам характерна наявність прозорої сироватки, м'якість на дотик, гладка, але розірвана текстура, присутність на всій площі сирної смужки, розмір якої коливався від 7,5 см до 8,2 см, вічок. У той же час як обробка молока за загального діапазону значень експозиції не виявила різниці за якістю порівняно з нативним: воно відповідало I класу з оцінкою добре, хоча казеїнові згустки відзначалися гладкою, глянцевою і пружною на дотик поверхнею, без розривів і вічок на розрізі. Сирні смужки були вкриті прозорою сироваткою, без вкраплень жиру і слизу за відсутності присмаку, властивого кисломолочним продуктам. Довжина сирних смужок за обробки молока лазером 4 і 8 с коливалася від 8,8 см до 11,2 см, утім через 12 с опромінення – від 12,0 см до 12,5 см.

Висновки. Доведено найвищу ефективність і доцільність використання інфрачервоного низькоінтенсивного лазерного для опромінювання молока корів як інноваційний підхід щодо поліпшення його якості.

Як опромінене, так і неопромінене лазером молоко характеризувалося високою придатністю до виготовлення сиру, зокрема кисломолочного. Попереднє його опромінювання інфрачервоним низькоінтенсивним лазером в режимі: довжина хвилі 810 нм, потужність 100 мВт і експозиція впродовж 12 с супроводжувалося незначним покращенням хімічного і бактеріологічного складу та сиропридатності, тому обумовлює перспективність подальших більш масштабних досліджень у напрямі уточнення технологічних параметрів обробки та збільшення об'єму вибірки задля одержання вірогідних результатів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Nanou E., Pliatsika N., Stefan D., Couris S. Identification of the animal origin of milk via laser-induced breakdown spectroscopy. *Food Control*. 2023. 154 (21): 110007. doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110007.

2. Chavan P., Yadav R., Sharma P., Jaiswal A. K. Laser light as an emerging method for sustainable food processing, packaging, and testing prasad. *Foods*. 2023. 12 (16): 2983-3002. doi.org/10.3390/foods12162983.

3. Huang Y. Y., Chen A. C., Carroll J. D., Hamblin, M. R. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose Response*. 2009. 7 (4): 358-383. doi.org/10.2203/dose-response.09-027.

4. Hoedemaker M., Hackenfort E. M. Use of a low power laser in the treatment of bovine mastitis. *Tierärztliche Umschau*. 2023. 58: 45-46.

5. Beneduci A., Chdichimo G., Nappi Mc., Rossi R., Turco R., Lucifora G., Garrafa F. Evaluation of the effects induced by near infrared low intensity laser radiation on bovine affected by subacute mastitis: a simple-quarter foremilk sampling study. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2007. 6 (6): 761-767.

ВПЛИВ МІКРОБІАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ МОЛОЧНО-І ПРОПОНОВОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ КОНСЕРВАНТІВ НА ПЕРЕБІГ БРОДИЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У СИЛОСАХ

В. С. Вугляр¹, Ю. Ю. Вугляр², І. А. Сироватко³

1. Доктор філософії, старший науковий співробітник відділу технології заготівлі, зберігання, моніторингу якості сировини та кормів; vasja.vugljjar@gmail.com

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН

2. Провідний фахівець-вірусолог/бактеріолог відділу фітосанітарного аналізу; yuliiavuhliar@gmail.com

ДУ «Вінницька обласна фітосанітарна лабораторія»

3. Кандидат сільськогосподарських наук, викладач вищої категорії;

illinsiplenra@ukr.net

Іллінецький аграрний фаховий коледж

Вступ. Кукурудза є однією з найбільш важливих культур 21 століття, її врожайність та властивості мають критичне значення для виробництва, зокрема вона широко використовується силосування через її високий вміст цукру, а тому і вважається як культура, що легко силосується [8].

Для отримання якісного врожаю силосної кукурудзи, за словами аграрія, є вибір правильного гібрида для сівби та врахування погодно-кліматичних умов.

Протягом останніх 25 років кукурудзяний силос став важливим кормом, а тому питаннями його зберігання та використанню присвячено багато досліджень задля досягнення оптимальних фізичних та хімічних характеристик, що безпосередньо вплине на максимізації рентабельності молочного виробництва [4, 7].

Протягом століття досліджень силосування залишається простим і ефективним методом зберігання для зимового періоду соковитих кормів та усунення нестачі корму для жуйних тварин [2, 6].

Для успішного використання силосу, сінажу, вологого чи плющеного зерна потрібно забезпечити умови для направленою молочнокислого бродіння, що в сою чергу призведе до зниження втрат поживних речовин [5]. Один із способів забезпечити якість соковитих кормів є використання мікробних консервантів, адже біопрепаратів на основі нових штамів мікроорганізмів та їх комбінацій, обумовлюють суттєве зниження втрат при заготівлі [1].

Мета роботи – проведення лабораторних та технологічних досліджень по визначенню інтенсивності газовиділення в процесі зброджування цукрів для довготермінового зберігання силосованої маси кукурудзи.