

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-3.5>
УДК 636.2:614.9:637

Лайтер В. В.

аспірант кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: laiterslavik@gmail.com
ORCID: 0009-0002-9382-7383

Кухтин М. Д.

доктор ветеринарних наук, професор,
завідувач кафедри харчової біотехнології і хімії,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Тернопіль, Україна
E-mail: kuchtynnic@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0195-0767

Димчук А. В.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: scandinav.23@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7749-9327

Лайтер-Москалюк С. В.

кандидат ветеринарних наук,
доцент кафедри гігієни тварин та ветеринарного забезпечення кінологічної служби
Національно поліції України,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: layter.moskalyuk1977@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5662-7636

ОЦІНКА ВМІСТУ НІТРАТІВ У МОЛОЦІ КОРОВ'ЯЧОМУ СИРОМУ ПРОТЯГОМ РОКУ

Анотація

Продукти харчування тваринного походження меншою мірою контролюються на вміст нітратів (за винятком ковбас), оскільки вони не є потенційним джерелом надходження в організм споживачів цих речовин. Водночас молоко коров'яче також може бути джерелом додаткового надходження нітратів в організм, тому особливо актуальним є контроль їх вмісту в молоці, яке є щоденним компонентом раціону багатьох споживачів, включно з дітьми. Підвищений вміст нітратів у молоці може виникати внаслідок надходження нітратів до організму корови з кормами або водою, особливо за умов порушення технології годівлі, зниження активності мікрофлори рубця чи неякісних кормів. Тому ефективність перетворення нітратів у травному тракті корів прямо впливає на якість молочної продукції. Метою роботи було визначення можливих сезонних змін кількості нітратів у молоці коров'ячому, отриманому від двох порід корів – голштинської та чорно-рябої. Для визначення кількості нітратів у молоці використовували стандартний метод з використанням відновлення кадмієм і аналізування інжекційного потоку після діалізу.

Установлено, що в молоці сирому, отриманому від голштинської і чорно-рябої порід корів у літні місяці, вміст нітратів суттєво не відрізнявся і був у межах від 2,9 до 6,5 мг/кг молока. Водночас не виявлено вірогідної залежності щодо впливу породи корів на вміст нітратів у молоці за однакового раціону й типу годівлі тварин. У березні вміст нітратів у молоці голштинської і чорно-рябої порід корів у всіх господарствах був вірогідно більший, ніж у січні. До того ж у березні на фермах № 2 та № 3 з голштинськими породами корів та у двох із чорно-рябими кількість нітратів у молоці перевищувала, хоч і несуттєво, значення в 10 мг/кг.

Отже, можливе збільшення вмісту нітратів у молоці потребує ґрунтовніших досліджень щодо механізмів надходження їх у молоко за сучасної технології утримання та годівлі корів.

Ключові слова: молоко коров'яче, вміст нітратів, безпечність молока, денітрифікація.

Вступ. Нітрати є природними компонентами азотного циклу кругообігу речовин у природі, тому закономірно вони наявні в рослинній сировині та надходять в організм споживачів за схемою «грунт – рослина – тварина – людина» або напряду з рослинною продукцією [18, с. 12; 28, с. 95]. У незначних концентраціях нітрати не є шкідливими для організму людини, однак у підвищених – можуть бути потенційно небезпечними для здоров'я споживачів [16, с. 395; 27, с. 165]. Для більшості рослинної сировини, яка використовується в раціоні людей як продукти харчування, вміст нітратів регламентується гранично допустимим концентраціями [12; 14]. Натомість продукти харчування тваринного походження меншою мірою контролюються на вміст нітратів (за винятком ковбас), оскільки вони не є потенційним джерелом надходження в організм споживачів цих речовин [3, с. 306; 9, с. 105]. Водночас повідомляється [10, с. 1987; 19, с. 462; 26, с. 77], що молоко коров'яче також може бути джерелом додаткового надходження нітратів в організм, тому особливо актуальним є контроль їх вмісту в молоці, яке є щоденним компонентом раціону багатьох споживачів, включно з дітьми.

Наукові дослідження свідчать, що найбільш чутливими до впливу нітратного токсикозу є діти. Це зумовлено тим, що фермент метгемоглобінредуктаза, який відповідає за відновлення метгемоглобіну до функціонального гемоглобіну, починає синтезуватися лише після тримісячного віку [26, с. 78]. Окрім того, у людей із захворюваннями шлунково-кишкового тракту, печінки, де спостерігаються порушення мікробіоценозу, процес утилізації нітратів відбувається менш ефективно [24, с. 262]. Отже, діти практично позбавлені природного захисту від нітратного токсикозу, а особи з дисбіозом кишечника виявляють підвищену чутливість до токсичного впливу нітратів [15, с. 2; 17 с. 352]. Зважаючи на те, що коров'яче молоко є одним із ключових компонентів раціону, особливо в дитячому віці, контроль його хімічної безпечності, зокрема визначення вмісту нітратів, набуває особливої актуальності для запобігання хронічному нітратному навантаженню.

Підвищений вміст нітратів у молоці може виникати внаслідок надходження нітратів до організму корови з кормами або водою, особливо за умов порушення технології годівлі, зниження активності мікрофлори рубця чи неякісних кормів [1, с. 6; 4, с. 162; 6, с. 175; 23 с. 42]. Загалом, для жуйних тварин нітрати самі собою відносно нетоксичні, оскільки в рубці жуйних тварин під дією мікроорганізмів вони відновлюються до нітритів – речовин із високим ступенем токсичності. Нітрити, потрапляючи до крові тварини, можуть окиснювати гемоглобін у метгемоглобін, що порушує кисневий обмін [7, с. 36; 8, с. 147; 22]. Окрім того, залишки нітритів можуть потрапити до молока, що несе потенційну загрозу для здоров'я людини, особливо дітей [11, с. 503; 15, с. 2; 21]. Тому ефективність перетворення нітратів у травному тракті корів прямо впливає на якість молочної продукції.

Отже, молоко коров'яче широко використовується в харчуванні населення різного віку, тому його хімічна безпечність є пріоритетом для забезпечення здоров'я споживачів.

Мета роботи. Сезонне оцінювання динаміки вмісту нітратів у коров'ячому молоці.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відбір проб молока коров'ячого для дослідження проводили на п'ятих фермах, де утримують голштинську й чорно-рябу породи корів у зимові та літні (червень, липень, серпень) місяці. Молоко для дослідження відбирали двічі на місяць під час доїння корів. Доїння в даних господарствах проводяться у молокопроводі і в доїльних залах. Тварини мають однотипну годівлю, раціон в основному складається зі сінажу та концентрованих кормів.

Лабораторні дослідження з визначення вмісту нітратів у молоці коров'ячому сирому проводили в науково-дослідних лабораторіях ЗВО «Подільський державний університет». Для цього використовували стандартний референтний метод кадмієвої колонки або кадмієвого редукційного дослідження з подальшим спектрофотометричним аналізом. Суть методу полягає у відновленні нітратів (NO_3^-) до нітритів (NO_2^-) за допомогою металевого кадмію у спеціальній колонці. Утворені нітрити вступають у реакцію з реагентами сульфаніламідом і N-нафтиламином і утворюють яскраво-рожеву азосполуку. Інтенсивність цього забарвлення вимірювали на спектрофотометрі за 540 нм. Чутливість методу становить 0,5 мг/кг для нітратів та 1,0 мг/кг для нітритів [2]. Цей стандарт є актуальним і широко використовується в лабораторіях для досягнення хімічної безпечності молочних продуктів.

Для забезпечення вірогідності результатів використовували систему контролю якості, яка містила такі елементи:

Контрольний зразок (бланк) – використовували для врахування фону, зумовленого реагентами, посудом або зовнішнім середовищем.

Стандартні розчини (еталони) – готували з точно відомими концентраціями нітратів для побудови калібрувальної кривої.

Контроль редукції – перевірка ефективності кадмієвої колонки шляхом проведення аналізу зразків із відомим вмістом нітратів.

Спайк-зразки – зразки молока, до яких штучно додавали відомі кількості нітратів для оцінювання точності методу в умовах реальної матриці [2].

Усі вимірювання проводили у триразовій повторності, а отримані результати піддавалися статистичній обробці з використанням середніх значень і стандартних відхилень ($p < 0,05$).

Уважається, що сезонний фактор істотно впливає на рівень нітратів у кормах і отриманому коров'ячому молоці. Зокрема, улітку, коли в раціоні переважають зелені корми, вміст нітратів у кормовій базі може бути підвищеним через активне використання азотних добрив. Однак завдяки високій біологічній активності зелених

кормів мікрофлора рубця корів здебільшого ефективно перетворює нітрати на аміак, що зменшує ризик їх потрапляння в молоко. Узимку ситуація ускладнюється: годівля корів відбувається переважно сіном, соломою, сінажем, силосом – кормами зі зниженим вмістом біоактивних речовин (вітаміни, ферменти, мінерали), що може призводити до зниження активності мікрофлори рубця та, як наслідок, до накопичення нітратів і навіть нітритів у молоці [1, с. 6; 4 с. 162].

Водночас натеper у більшості господарств раціон високопродуктивних корів значно відрізняється від того, що був 15–20 років тому. Раціон в основному однотипний протягом року, складається з високоякісного сінажу, значної кількості концентрованих кормів і різних мінерально-вітамінних добавок. Тому годівля, на нашу думку, не може суттєво вплинути на вміст нітратів в отриманому молоці. Для з'ясування впливу цього чинника нами проведено дослідження на п'ятьох фермах з подібним раціоном для високопродуктивних корів. Результати досліджень вмісту нітратів у молоці корів голштинської породи, отриманому в літні місяці, наведено на рис. 1.

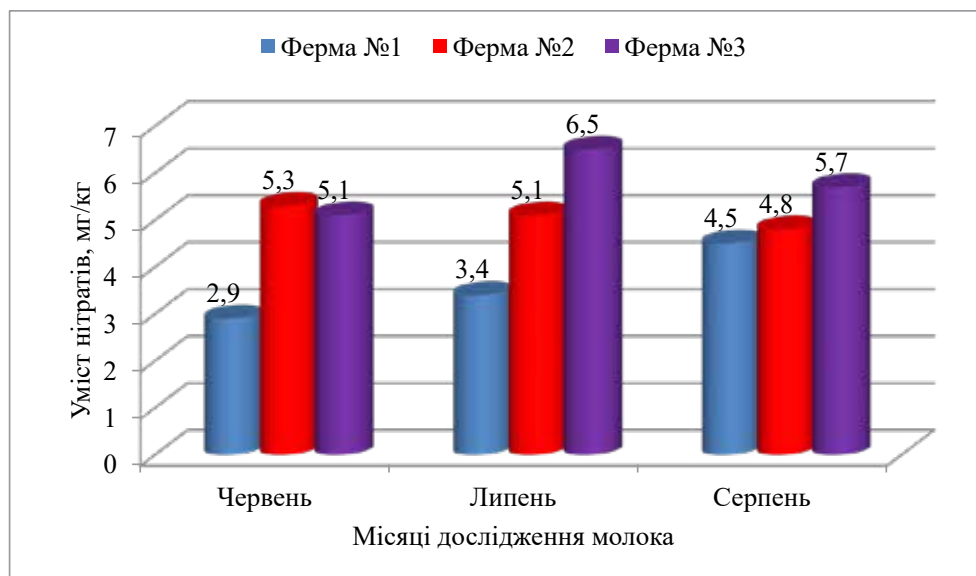


Рис. 1. Уміст нітратів у молоці сирому голштинської породи корів, відібраному в літні місяці

З рис. 1 видно, що в червні найменша кількість нітратів у молоці реєструвалася на фермі № 1 – $2,9 \pm 0,2$ мг/кг. У молоці з ферм № 2 та № 3 їхня кількість статистично не відрізнялася одне від одного й становила 5,3 та 5,1 мг/кг відповідно. Тобто в молоці із цих господарств у червні вміст нітратів був у середньому в 1,8 раза ($p < 0,05$) більший, ніж із ферми № 1.

Дослідження молока в липні від цих ферм не виявило вірогідної різниці в господарствах № 1 та № 2, порівняно з їх вмістом у червні. Натомість у молоці з господарства № 3 виявлено збільшення кількості нітратів в 1,3 раза ($p < 0,05$), порівняно із вмістом нітратів у червні із цієї ферми.

У молоці, відібраному в серпні з ферм № 2 та № 3, виявили незначні коливання вмісту нітратів, порівняно з їх концентрацією в червні та липні, які не мали статистично вірогідного значення. Натомість у молоці з ферми № 1 концентрація нітратів була в 1,3 раза ($p < 0,05$) більша, ніж у липні, та в 1,5 раза, ніж у червні.

Загалом відзначаємо, що протягом літніх місяців уміст нітратів у молоці від корів голштинської породи з ферм № 2 та № 3 суттєво не відрізнявся і був у діапазоні від 4,8 до 6,5 мг/кг молока. Водночас у молоці з ферми № 1, де також утримують голштинську породу корів, концентрація нітратів у червні була найнижча ($2,9 \pm 0,2$ мг/кг), якщо порівнювати із двома іншими господарствами, але зростала в середньому в 1,5 раза ($p < 0,05$) проти їх вмісту в серпні. Однак у всіх трьох господарствах концентрація нітратів не перевищувала гранично допустиму концентрацію в 10 мг/кг, яка вважається безпечною для молока.

Результати досліджень щодо вмісту нітратів у молоці, отриманому у двох господарствах від корів чорно-рябої породи в літні місяці, наведено на рис. 2.

З рис. 2 спостерігаємо, що в червні кількість нітратів у молоці у двох господарствах була в межах статистично вірогідних відхилень і становила 4,5 та 4,1 мг/кг відповідно. Дослідження за місяць – у липні – виявило дещо нижчий уміст нітратів на фермі № 4 – $4,0 \pm 0,1$ мг/кг та зростання до 4,8 мг/кг у господарстві № 5.

У серпні кількість нітратів у молоці, дослідженому в господарстві № 4, була така сама, як у липні – $3,9 \pm 0,1$ мг/кг, а в молоці господарства № 5 зросла в 1,4 раза ($p < 0,05$) – до $5,7 \pm 0,2$ мг/кг, проти їх вмісту в червні.

Загалом відзначаємо, що в молоці, отриманому від чорно-рябої породи корів у літні місяці, уміст нітратів не перевищував гранично допустимої концентрації, у господарстві № 4 не зазнавав суттєвих змін. Натомість у молоці ферми № 5 концентрація нітратів зростала протягом літа. Однак якщо порівняти концентрацію нітратів у молоці, отриманому від голштинської породи корів, з умістом від чорно-рябої, то різниці не спостерігаємо.

Зокрема, максимальний уміст нітратів у молоці від голштинської породи становив $6,5 \pm 0,2$ мг/кг, $5,7 \pm 0,2$ мг/кг у молоці, отриманому від чорно-рябої породи корів.

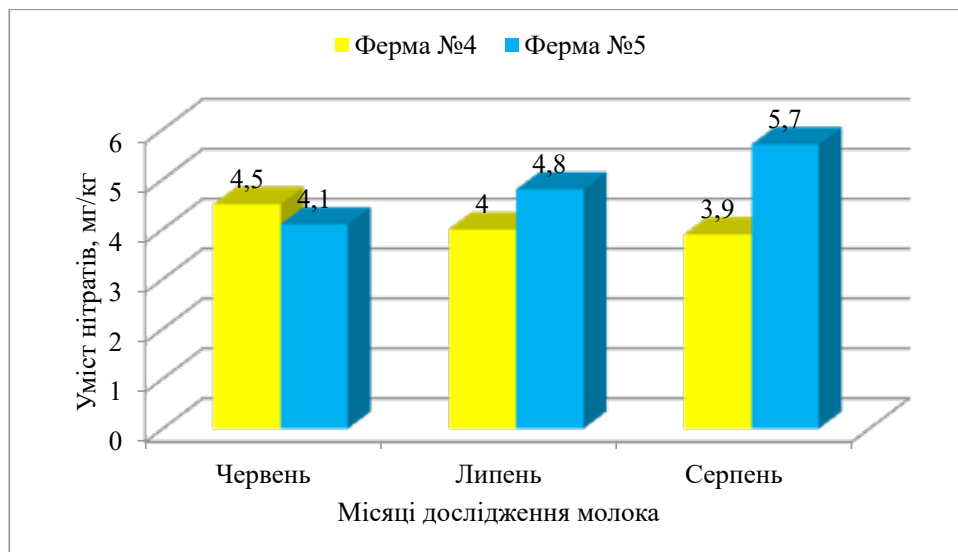


Рис. 2. Уміст нітратів у молоці сирому чорно-рябої породи корів, відібраному в літні місяці

На рис. 3 наведено результати оцінювання вмісту нітратів у молоці сирому голштинської породи корів, відібраному в зимові та весняний місяці.

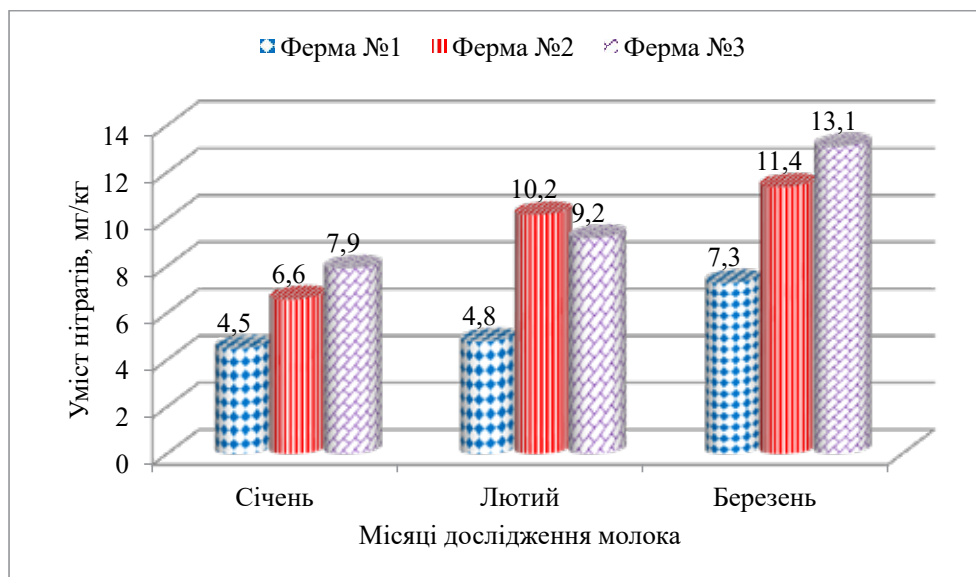


Рис. 3. Уміст нітратів у молоці сирому голштинської породи корів, відібраному в зимові та весняний місяці

З даних рис. 3 видно, що в січні концентрація нітратів у молоці із трьох господарств різнилася. Зокрема, у молоці з ферми № 1 уміст нітратів був найменший і становив $4,5 \pm 0,1$ мг/кг. Дещо вища кількість нітратів реєструвалася в молоці з ферми № 2 – в 1,5 раза ($p < 0,05$), якщо порівнювати з фермою № 1, та найбільша концентрація виявлялася в молоці з ферми № 3 – $7,9 \pm 0,2$ мг/кг.

За місяць дослідження, у лютому, уміст нітратів практично не зазнавав вірогідних змін у молоці з ферм № 1 і № 3, водночас у молоці з ферми № 2 збільшився в 1,5 раза ($p < 0,05$), до $10,2 \pm 0,3$ мг/кг, порівняно з умістом у січні. Також можна відзначити, що в молоці з ферми № 2 кількість нітратів була у 2,1 раза ($p < 0,05$) більша, ніж у молоці з № 1 у цей період дослідження.

У березні спостерігаємо зростання в 1,5 раза ($p < 0,05$), до $7,3 \pm 0,2$ мг/кг вмісту нітратів у молоці з ферми № 1, порівняно з їхньою кількістю в лютому. У молоці господарства № 2 кількість нітратів була більша, ніж попереднього місяця – $11,4 \pm 0,3$ мг/кг, але цей уміст не був статистично вірогідний. Порівняно із січнем кількість нітратів у господарстві № 2 в березні була в 1,7 раза ($p < 0,05$) більша. Водночас у березні найбільшу концентрацію

нітратів реєстрували в молоці з ферми № 3 – $13,1 \pm 0,3$ мг/кг, тобто в 1,4 раза більший уміст, ніж у лютому, та в 1,6 раза, ніж у січні.

Загалом відзначаємо, що в березні вміст нітратів у молоці голштинської породи у трьох господарствах був вірогідно більший, ніж у січні. До того ж у березні в господарствах № 2 та № 3 кількість нітратів перевищувала, хоч і несуттєво, значення 10 мг/кг, тобто гранично допустиму концентрацію, яка була нормативом умісту для сирого молока.

Результати досліджень кількості нітратів у молоці, отриманому від корів чорно-рябої породи в зимовий період, наведено на рис. 4.

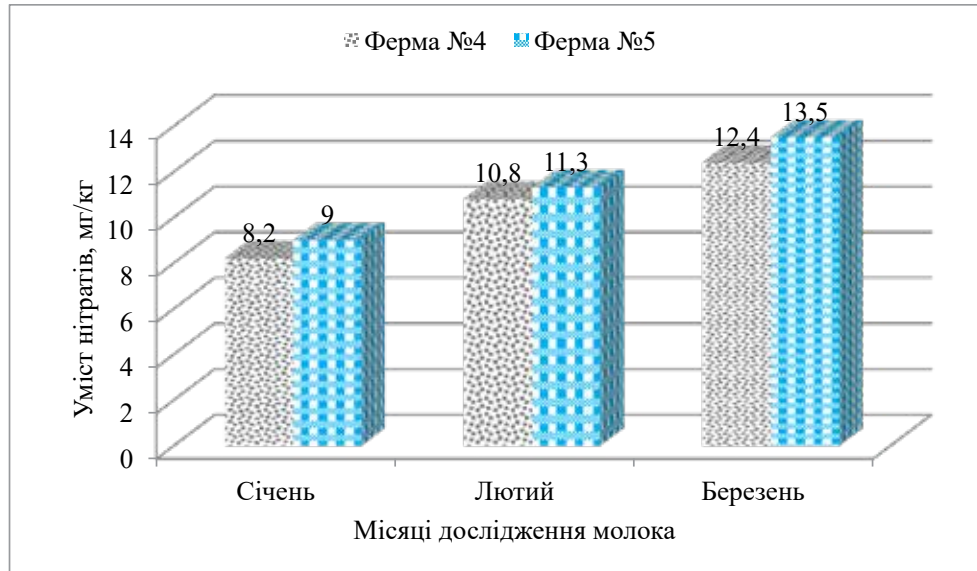


Рис. 4. Уміст нітратів у молоці сирому чорно-рябої породи корів, відібраному в зимові та весняний місяці

З рис. 4 спостерігаємо вірогідну динаміку поступового зростання вмісту нітратів у молоці, отриманому за період із січня по березень. Зокрема, уміст нітратів у молоці двох господарств із чорно-рябою породою збільшився із січня по березень у середньому в 1,5 раза, до $12,4 \pm 0,3$ та $13,5 \pm 0,3$ мг/кг відповідно. Така концентрація вмісту нітратів у молоці від чорно-рябої породи корів у березні була аналогічна концентрації в молоці від корів голштинської породи ферм № 1 та № 2 в цей період. Тобто, згідно з нашими експериментальними даними, можна стверджувати, що різниці щодо впливу породи корів на вміст нітратів не спостерігається.

Уміст нітратів у коров'ячому молоці зазвичай залишається на дуже низькому рівні, оскільки нітрати мають обмежену здатність до акумуляції у тваринних продуктах, зокрема й у молоці. Після потрапляння в організм корови разом із кормами чи водою нітрати проходять складні перетворення у травному тракті. У рубці – першому відділі шлунка жуйних тварин – під впливом анаеробної мікрофлори вони відновлюються спочатку до нітритів, а далі до аміаку. Отриманий аміак використовується мікроорганізмами для синтезу білка або виводиться з організму [13, с. 68; 20 с. 23]. Такий біохімічний шлях значною мірою обмежує потрапляння залишкових нітратів і нітритів у кров, отже – і в молоко. Метою даної роботи було визначення можливих сезонних змін кількості нітратів у молоці коров'ячому, отриманому від двох порід корів – голштинської та чорно-рябої. Отримані результати виявили, що в молоці сирому, отриманому від голштинської і чорно-рябої порід корів у літні місяці, уміст нітратів суттєво не відрізнявся і був у діапазоні від 2,9 до 6,5 мг/кг молока. Не виявлено вірогідної залежності щодо впливу породи корів на вміст нітратів у молоці за однакового раціону й типу годівлі тварин. У дослідженнях [23, с. 41] вказується, що вміст нітратів у молоці, отриманому в літній період і дослідженому на молокопереробному підприємстві, мав ширші діапазони значень. Зокрема, основна частина заготовленого молока була з умістом нітратів до 5,0 мг/кг – 67,6% досліджених проб, приблизно 30,3% проб молока мали вміст нітратів від 5,0 до 10,0 мг/кг, лише 2,1% проб були з концентрацією нітратів понад 10,1 мг/кг. У зимово-осінній період ситуація була зовсім іншою, зокрема, зменшується кількість проб молока з умістом нітратів до 5,0 мг/кг, таких проб було 7,7%, натомість зростає до 71,6% проб молока з умістом нітратів від 5,1 до 10,0 мг/кг, 20,7% проб, які містили понад 10,1 мг/кг нітратів. Із наведених даних цих авторів не ясно, від яких порід корів було отримане молоко, який тип годівлі застосовувався. Тобто ми можемо констатувати лише те, що отримане в літній період молоко мало меншу кількість нітратів, ніж молоко осінньо-зимового періоду. Водночас результати досліджень [1, с. 6; 4, с. 162] вказують на надзвичайно великий вплив на вміст нітратів у молоці коров'ячому збалансованої годівлі корів кормами, що багаті на мінерально-вітамінні речовини. Саме через те, що в зимовий період годівля тварин відбувається кормами із замалою кількістю біологічно активних речовин, спостерігається зниження денітрифікуючих властивостей мікробіоти рубця [4, с. 163].

Під час дослідження вмісту нітратів нами виявлено, що в березні вміст нітратів у молоці голштинської і чорно-рябої порід корів у всіх господарствах був вірогідно більший, ніж у січні. До того ж у березні на фермах № 2 та № 3 з голштинськими породами корів та на двох із чорно-рябими кількість нітратів у молоці перевищувала, хоч і несуттєво, значення в 10 мг/кг, тобто гранично допустиму концентрацію, яка була нормативом для молока сирого. Даний сезонний фактор зростання вмісту нітратів у молоці, імовірно, пов'язаний з наявністю значної кількості корів з гіпоацидозним станом, за якого знижується активність рубцевої мікрофлори та порушується детоксикаційна функція печінки, про що повідомляють декілька авторів [5, с. 27; 25, с. 86]. У такому разі можуть накопичуватися нітрати й навіть нітрити в молоці, якщо корови ще й водночас споживають корми з високим вмістом нітратів.

Отже, дослідження виявили, що в окремих період року можуть скластися фізіологічні та сезонні фактори, які можуть призвести до наявності в молоці коров'ячому значної кількості нітратів. Молоко з вмістом нітратів понад 10 мг/кг вважається небезпечним для дітей, що спонукає проводити контроль його хімічної безпечності.

Висновки. Установлено, що в сирому молоці, отриманому від голштинської і чорно-рябої порід корів у літні місяці, вміст нітратів суттєво не відрізнявся і був у межах від 2,9 до 6,5 мг/кг молока. Водночас не виявлено вірогідної залежності щодо впливу породи корів на вміст нітратів у молоці за однакового раціону й типу годівлі тварин.

Установлено, що в березні вміст нітратів у молоці голштинської та чорно-рябої порід корів у всіх господарствах був вірогідно більший, ніж у січні. До того ж у березні на фермах № 2 та № 3 з голштинськими породами корів та на двох із чорно-рябими кількість нітратів у молоці перевищувала, хоч і несуттєво, значення в 10 мг/кг.

Отже, можливе збільшення вмісту нітратів у молоці потребує ґрунтовніших досліджень щодо механізмів надходження їх у молоко за сучасної технології утримання та годівлі корів.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні вмісту нітратів у кормах, воді, які використовуються для годівлі корів, та обґрунтуванні безпечних концентрацій у молоці.

Список використаних джерел

1. Васів Р.О., Гунчак В.М., Гуфрій Д.Ф., Мусієнко Т.Т. Нітратно-нітритний токсикоз у тварин і птиці, шляхи його усунення та отримання якісної продукції від них. *Інформаційний листок Львівського центру науково-технічної і економічної інформації*. 2001. № 1. С. 6.
2. ДСТУ ISO 14673-3/IDF 189-3:2015. Молоко та молочні продукти. Визначення масової частки нітратів і нітритів. Ч. 3 : Практичний метод з використанням відновлення кадмієм та аналізування інжекційного потоку після діалізу (ISO 14673-3:2004 (IDF 189-3:2004), IDT).
3. Колесник Т.Л., Колесник А.О., Яковлев І.О. Формування споживчих властивостей варених ковбас за показником безпеки. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2014. № 2. С. 304–314.
4. Мусієнко М.Т., Крижанівський Я.Й., Кухтин М.Д., Гащак О.Я., Кваша В.І. Вміст нітратів у молоці та метгемоглобіну у крові корів як показник поживної цінності зимових раціонів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2008. Т. 10. № 3 (38). Ч. 1. С. 162–164.
5. Самойленко А.О., Бухикало А.А. Ацидоз рубця. *Modern directions of scientific research development : the 6th International scientific and practical conference*, Chicago, 24–26 November 2021. Chicago, USA, 2021. P. 27.
6. Черненко О.М., Черненко О.І., Санжара Р.А., Соколан А.К. Нітрати в молоці корів з різною реакцією на стрес. *Актуальні проблеми підвищення якості та безпеки виробництва й переробки продукції тваринництва* : матеріали Науково-практичної конференції, 14 лютого 2020 р. Дніпро, 2020. С. 174–176.
7. Ayaş R. Nitrate metabolism in ruminants. *Current Research in Veterinary Medicine*. 2024. № 2. P. 31–46.
8. Ayaş R. Nitrate toxication in ruminants. *A view of agriculture from an academic perspective*. 2024. № 1. P. 143–156.
9. Bal-Prylpyko L.V., Patyka M.V., Leonova B.I., Starkova E.R., Brona A.I. Trends, achievements and prospects of biotechnology in the food industry. *Mikrobiologichnyi zhurnal*. Kiev, 2016. T. 78. № 3. P. 99–111. DOI: 10.15407/microbiolj78.03.099.
10. Chamandust S., Mehrasebi M.R., Kamali K., Solgi R., Taran J., Nazari F., Hosseini M.J. Simultaneous determination of nitrite and nitrate in milk samples by ion chromatography method and estimation of dietary intake. *International journal of food properties*. 2016. Vol. 19. P. 1983–1993. DOI: 10.1080/10942912.2015.1091007.
11. Chetty A.A., Prasad S. Flow injection analysis of nitrate and nitrite in commercial baby foods. *Food Chemistry*. 2016. Vol. 197. Part A. P. 503–508. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.10.079.
12. Commission Regulation (EC) № 1881/2006 of 19 December 2006. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
13. Croitoru M.D., Szénási D.A., Fülöp I. Presence of nitrate and nitrite in cow forage, plasma, and milk. *Acta Alimentaria*. 2015. № 44 (1). P. 68–75.
14. GB 2761-2017, GB 2762-2017. China: China releases standard for maximum levels of mycotoxins in foods.
15. Hord N.G., Tang Y., Bryan N.S. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2009. Vol. 90. Issue 1. P. 1–10. DOI: 10.3945/ajcn.2008.27131.
16. Hord N.G., Ghannam J.S., Garg H.K., Berens P.D., Bryan N.S. Nitrate and nitrite content of human, formula, bovine, and soy milks: implications for dietary nitrite and nitrate recommendations. *Breastfeeding Medicine*. 2011. Vol. 6. № 6. P.393–399. DOI: 10.1089/bfm.2010.0070.
17. Khosrokhavar R., Hosseini M.J., Amini M., Pirali-Hamedani M., Ghazi-Khansari M., Bakhtiarian A. Validation of an analytical methodology for determination of oxytetracycline residue in milk by HPLC with UV detection. *Toxicology Mechanisms and Methods*. 2008. Vol. 18. Issue 4. P. 351–354. DOI: 10.1080/15376510701610984.

18. Kukhtyn M., Horiuk Y., Yaroshenko T., Laiter-Moskaliuk S., Levytska V., Reshetnyk A. Monitoring the content of nitrates in vegetables and the influence of the pickling technology on the denitrification process. *Eureka: Life Sciences*. 2018. № 1. P. 11–18. DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00528.
19. Licata P., Naccari F., Di Bella G., Tur L., Martorana V., Dugo G.M. Inorganic Anions in goat and ovine milk from Calabria (Italy) by suppressed ion chromatography. *Food additives and contaminants. Part a, chemistry, analysis, control, exposure, & risk assessment*. 2013. Vol. 30. Issue 3. P. 458–465. DOI: 10.1080/19440049.2012.747222.
20. Lin M. Nitrate addition and rumen fermentation in dairy cattle. *Animal feed science and technology*. 2015. Vol. 209. P. 23–32.
21. Mohammadpour A., Samaei M.R., Baghapour M.A., Alipour H., Isazadeh S., Azhdarpoor A., Khaneghah A.M. Nitrate concentrations and health risks in cow milk from Iran: insights from deterministic, probabilistic, and AI modeling. *Environmental Pollution*. 2024. 341. P. 122901.
22. Nolan J.V., Godwin I.R., de Raphélis-Soissan V., Hegarty R.S. Managing the rumen to limit the incidence and severity of nitrite poisoning in nitrate-supplemented ruminants. *Animal Production Science*. 2016. № 56 (8). P. 1317–1329.
23. Pyskiv S.I., Kuhtyn M.D. Monitoring nitrate content in milk. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series “Food Technologies”. 2018. № 20 (85). P. 41–45.
24. Sindelar J.J., Milkowski A.L. Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric oxide*. 2012. Vol. 26. Issue 4. P. 259–266. DOI: 10.1016/j.niox.2012.03.011.
25. Sklyar O.I., Ulko L.H., Musiienko O.V., Hrek V.A. Production of quality and safe cow's milk. *Bulletin of sumy national agrarian university. The series: veterinary medicine*. 2023. № 3 (62). P. 86–91. DOI: 10.32782/bsnau.vet.2023.3.12.
26. Tai Sheng Yeh, Shao Fu Liao, Chia Yuan Kuo, Wen Ing Hwang. Investigation of the nitrate and nitrite contents in milk and milk powder in Taiwan. *Journal of food and drug analysis*. 2013. Vol. 21. № 1. P. 73–79. DOI: 10.6227/jfda.2013210109.
27. Winter J.W., Paterson S., Scobie G., Wirz A., Preston T., McColl K.E. N-Nitrosamine generation from ingested nitrate via nitric oxide in subjects with and without gastroesophageal reflux. *Gastroenterology*. 2007. Vol. 133. P. 164–174. DOI: 10.1053/j.gastro.2007.04.047.
28. Bahadoran Z., Mirmiran P., Jeddi S., Azizi F., Ghasemi A., Hadaegh F. Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of food composition and analysis*. 2016. Vol. 51. P. 93–105. DOI: 10.1016/j.jfca.2016.06.006.

Laiter V. V.

Postgraduate Student at the Department of Technology of Production and Processing of Animal Husbandry Products,
Higher Educational Institution “Podillia State University”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: laiteroslavik@gmail.com
ORCID: 0009-0002-9382-7383

Kukhtyn M. D.

Doctor of Veterinary Sciences, Professor,
Head of the Department of Food Biotechnology and Chemistry,
Ternopil Ivan Puluj National Technical University
Ternopil, Ukraine
E-mail: kuchtynnic@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0195-0767

Dymchuk A. V.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products,
Higher education institution “Podillia State University”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: scandinav.23@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7749-9327

Laiter-Moskaliuk C.V.

Candidate of Veterinary Sciences,
Associate Professor of the Department of Animal Hygiene and Veterinary Support of the Canine Service of the National
Police of Ukraine,
Higher Education Institution “Podillia State University”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: layter.moskalyuk1977@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5662-7636

ESTIMATION OF NITRATE CONTENT IN RAW COW'S MILK DURING THE YEAR

Abstract

Foods of animal origin are less controlled by nitrate content (except sausages), since they are not a potential source of consumers of these substances into the body. At the same time, cow's milk can also be a source of additional nitrate intake into the body, so it is especially relevant to monitor their content in milk, which is a daily component of many consumers, including children. The purpose of this work was to determine the possible seasons of changes in the number of nitrates in the milk of cow-obtained from two breeds of cows-Holstein and Black-Rawbi. Increased nitrate content in milk can occur due to the entry of nitrates into the cow's components with feed or water, especially in conditions of violation of feeding technology, reduced activity of rumen microflora or poor-quality feed. Therefore, the efficiency of nitrate conversion in the digestive tract of cows directly affects the quality of dairy products. To determine the amount of nitrates in milk used a standard method using cadmium recovery and analysis of injection flow after dialysis.

It is established that in the milk raw from the Holstein and black-and-white breeds of cows in the summer months, the content of nitrates did not differ significantly and was from 2,9 to 6,5 mg/kg of milk. However, no significant dependence on the effect of cows on the content of nitrates in milk at the same diet and animal feeding was not revealed.

It is established that in March, the content of nitrates in the milk of Holstein and black-and-white breeds of cows in all farms was probably higher than in January. In addition, in March on farms № 2 and № 3 with Holstein rocks of cows and in two with black and gap, the number of nitrates in milk exceeded, although not significant in 10 mg/kg.

Therefore, the possible increase in the content of nitrates in milk requires more thorough research on the mechanisms of their intake into milk with modern technology of keeping and feeding cows.

Key words: cow's milk, nitrate content, milk safety, denitrification.

References

1. Vasiv, R.O., Hunchak, V.M., Hufrii, D.F., & Musiienko M.T. (2001). Nitratno-nitrytnyi toksykoz u tvaryn i ptytsi, shliakhy yoho usunennia ta otrymannia yakisnoi produktsii vid nykh [Nitrate-nitrite toxicosis in animals and poultry, ways to eliminate it and obtain high-quality products from them]. *Informatsiyni lystok Lvivskoho TsNTEI – Information sheet of the Lviv Central Technical Institute of Technology*, № 1, 6 [in Ukrainian].
2. Moloko ta molochni produkty. Vyznachennia masovoi chastky nitrativ i nitrytiv. Ch. 3. Praktychnyi metod z vykorystanniam vidnovlennia kadmiiem ta analizuvannia inzhektsiinoho potoku pislia dializu [Milk and milk products. Determination of mass fraction of nitrates and nitrites. Part 3: Practical method using cadmium reduction and analysis of the injection flow after dialysis]. DSTU ISO 14673-3/IDF 189-3:2015 (ISO 14673-3:2004 (IDF 189-3:2004), IDT) [in Ukrainian].
3. Kolesnyk, T.L., Kolesnyk, A.O., & Yakovliev, I.O. (2014). Formuvannia spozhyvchykh vlastyvostei varenykh kovbas za pokaznykom bezpeky [Formation of consumer properties of boiled sausages according to safety indicators]. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli – Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade*, (2), 304–314 [in Ukrainian].
4. Musiienko, M.T., Kryzhanivskiy, Ya.Y., Kukhtyn, M.D., Hashchak, O.Ya., & Kvasha, V.I. (2008). Vmist nitrativ u molotsi ta methemoglobinu v krovi koriv yak pokaznyk pozhyvnoi tsinnosti zymovykh ratsioniv [Nitrate content in milk and methemoglobin in the blood of cows as an indicator of the nutritional value of winter rations]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni SZ Gzhytskoho – Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. T. 10, № 3 (38). Ch. 1, 162–164 [in Ukrainian].
5. Samoilenko, A.O., & Bukhykalo, A.A. (2021, November). Atsydoz rubtsia [Ruminal acidosis]. In *The 6th International scientific and practical conference “Modern directions of scientific research development” (November 24–26, 2021)*, BoScience Publisher, Chicago, USA. 2021. 1153 p. (p. 27) [in Ukrainian].
6. Chernenko, O.M., Chernenko, O.I., Canzhara, R.A., & Sokolan, A.K. (2020). Nitraty v molotsi koriv z riznoi reaktsiieiu na stres [Nitrates in the milk of cows with different reactions to stress]. *Materialy naukovo-praktychnoi konferentsii: Aktualni problemy pidvyshchennia yakosti ta bezpeky vyrobnytstva y pererobky produktsii tvarynnystva – Materials of the scientific and practical conference: Current problems of improving the quality and safety of production and processing of livestock products*. (174–176). Dnipro [in Ukrainian].
7. Ayaş, R. (2024). Nitrate metabolism in ruminants. *Current Research in Veterinary Medicine*, 2, 31–46 [in English].
8. Ayaş, R. (2024). Nitrate toxication in ruminants. *A View of Agriculture from an Academic Perspective*, 1, 143–156 [in English].
9. Bal-Prilipko, L.V., Patyka, N.V., Leonova, B.I., Starkova, E.R., & Brona, A.I. (2016). Trends, Achievements and Prospects of Biotechnology in The Food Industry. *Mikrobiologichnyi zhurnal (Kiev, Ukraine)*: 1993, 78 (3), 99–111. <https://doi.org/10.15407/microbiolj78.03.099> [in English].
10. Chamandust, S., Mehrasebi, M.R., Kamali, K., Solgi, R., Taran, J., Nazari, F., & Hosseini, M.J. (2016). Simultaneous Determination of Nitrite and Nitrate in Milk Samples by Ion Chromatography Method and Estimation of Dietary Intake. *International Journal of Food Properties*, 19 (9), 1983–1993. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1091007> [in English].
11. Chetty, A.A., Prasad, S. (2016). Flow injection analysis of nitrate and nitrite in commercial baby foods. *Food Chemistry*, vol. 197, Part A, p. 503–508. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.079> [in English].
12. Commission Regulation (EC) № 1881/2006 of 19 December 2006. *Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs* [in English].
13. Croitoru, M.D., Szénási, D.A., & Fülöp, I. (2015). Presence of nitrate and nitrite in cow forage, plasma, and milk. *Acta Alimentaria*, 44 (1), 68–75 [in English].
14. GB 2761-2017, GB 2762-2017. China: China Releases Standard for Maximum Levels of Mycotoxins in Foods [in English].

15. Hord, N.G., Tang, Y., & Bryan, N.S. (2009). Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *The American journal of clinical nutrition*, Vol. 90, Issue 1, pp. 1–10. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.27131> [in English].
16. Hord, N.G., Ghannam, J.S., Garg, H.K., Berens, P.D., & Bryan, N.S. (2011). Nitrate and nitrite content of human, formula, bovine, and soy milks: implications for dietary nitrite and nitrate recommendations. *Breastfeeding medicine*, vol. 6, № 6, pp. 393–399. <https://doi.org/10.1089/bfm.2010.0070> [in English].
17. Khosrokhavar, R., Hosseini, M. J., Amini, M., Pirali-Hamedani, M., Ghazi-Khansari, M., & Bakhtiarian, A. (2008). Validation of an analytical methodology for determination of oxytetracycline residue in milk by HPLC with UV detection. *Toxicology mechanisms and methods*, 18 (4), 351–354. <https://doi.org/10.1080/15376510701610984> [in English].
18. Kukhtyn, M., Horiuk, Yu., Yaroshenko, T., Laiter-Moskaliuk, S., Levytska V., & Reshetnyk A. (2018) Monitoring the content of nitrates in vegetables and the influence of the pickling technology on the denitrification process. *Eureka: Life Sciences*, № 1, pp. 11–18. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00528> [in English].
19. Licata, P., Naccari, F., Di Bella, G., Lo Turco, V., Martorana, V., & mo Dugo, G. (2013). Inorganic anions in goat and ovine milk from Calabria (Italy) by suppressed ion chromatography. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 30 (3), 458–465. <https://doi.org/10.1080/19440049.2012.747222> [in English].
20. Lin, M. (2015). Nitrate addition and rumen fermentation in dairy cattle. *Animal feed science and technology*, 209, 23–32 [in English].
21. Mohammadpour, A., Samaei, M.R., Baghapour, M.A., Alipour, H., Isazadeh, S., Azhdarpoor, A., & Khaneghah, A.M. (2024). Nitrate concentrations and health risks in cow milk from Iran: insights from deterministic, probabilistic, and AI modeling. *Environmental Pollution*, 341, 122901 [in English].
22. Nolan, J.V., Godwin, I.R., de Raphélis-Soissan, V., & Hegarty, R.S. (2016). Managing the rumen to limit the incidence and severity of nitrite poisoning in nitrate-supplemented ruminants. *Animal Production Science*, 56 (8), 1317–1329 [in English].
23. Pyskiv, S.I., & Kuhtyn, M.D. (2018). Monitoring nitrate content in milk. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20 (85), 41–45 [in English].
24. Sindelar, J.J., & Milkowski, A.L. (2012) Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide*, Vol. 26, Issue 4, pp. 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2012.03.011> [in English].
25. Sklyar, O.I., Ulko, L.H., Musiienko, O.V., & Hrek, V.A. (2023). Production of quality and safe cow's milk. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: veterinary medicine*, 3 (62), 86–91. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.3.12> [in English].
26. Yeh, T.S., Liao, S.F., Kuo, C.Y., & Hwang, W.I. (2013). Investigation of the Nitrate and nitrite contents in milk and milk powder in Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 21, № 1, pp. 73–79. <https://doi.org/10.6227/jfda.2013210109> [in English].
27. Winter, J.W., Paterson, S., Scobie, G., Wirz, A., Preston, T., & McColl, K.E. (2007). N-Nitrosamine Generation from Ingested Nitrate Via Nitric Oxide in Subjects with and Without Gastroesophageal Reflux. *Gastroenterology*, vol. 133, pp. 164–174. <http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2007.04.047> [in English].
28. Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Jeddi, S., Azizi, F., Ghasemi, A., & Hadaegh, F. (2016). Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 51, pp. 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.06.006> [in English].

Отримано: 29.04.2025

Рекомендовано: 02.06.2025

Опубліковано: 29.08.2025