

ДІАГНОСТИКА, ТЕРАПІЯ, ВНУТРІШНІ ХВОРОБИ ТА КЛІНІЧНА БІОХІМІЯ

УДК:614.31:637.12/.3:616.33:612.129

**Гумінові кислоти: вплив на продуктивність,
масову частку жиру і білка у молоці
та параметри рубцевого травлення у корів****Якубчак О.М.¹ , Тишківська Н.В.^{2,3} ,****Чуб О.В.² , Тишківський М.Я.² **¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України² Білоцерківський національний аграрний університет³ ДП “Київоблстандартметрологія”

Тишківська Н.В. E-mail: natalya_tyshkivska@ukr.net



Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Чуб О.В.,
Тишківський М.Я. Гумінові кислоти:
вплив на продуктивність, масову частку
жиру і білка у молоці та параметри руб-
цевого травлення у корів. Науковий віс-
ник ветеринарної медицини, 2025. № 1.
С. 36–43.

Yakubchak O., Tyshkivskaya N., Chub O.,
Tyshkivsky M. Humic acids: effect on pro-
ductivity, milk fat and protein content, and
rumen digestion parameters in cows. *Nauk.
visn. vet. med.*, 2025. № 1. PP. 36–43.

Рукопис отримано: 31.03.2025 р.

Прийнято: 14.04.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-196-1-36-43

У статті представлено результати комплексного досліджен-
ня впливу гумінових кислот, доданих до раціону дійних корів,
на продуктивність, хімічний склад молока та ключові параме-
три рубцевого травлення. Встановлено, що 84-добове застосу-
вання гумінових кислот у раціоні корів дослідної групи привело
до вірогідного зростання надоїв на 4,5 л ($p < 0,05$), що становить
1,2-кратне збільшення порівняно з початком експерименту. Ок-
рім збільшення обсягу надоїв, спостерігалось значне покращен-
ня якісних показників молока, зокрема збільшення вмісту жиру
в 1,3 раза та білка в 1,1 раза.

Дослідження виявило, що гумінові кислоти стимулюють ак-
тивність інфузорій рубця, що, зокрема, приводить до вірогідно-
го збільшення концентрації коротколанцюгових жирних кислот
($p < 0,001$), представники яких є попередниками молочного жиру
($p < 0,05$) та покращується засвоєння поживних речовин з раціону.
Це забезпечує більшу кількість амінокислот, необхідних для син-
тезу молочного білка, що підтверджується статистично значним
збільшенням білково-молочності корів дослідної групи ($p < 0,05$).

Важливим аспектом впливу гумінових кислот є їхня здатність
стабілізувати величину рН вмісту рубця в межах фізіологічної
норми, що, ймовірно, досягається завдяки підвищенню буферної
здатності рідини рубця після їх введення. Крім того, гумінові кис-
лоти підвищували редуктазну активність мікрофлори рубця, що
відображає посилення процесів ферментації та обміну речовин,
а отже, покращення ефективності травлення.

Отримані результати свідчать про комплексний позитивний
вплив гумінових речовин на молочну продуктивність та рубцеве
травлення корів, що робить їх перспективною кормовою добав-
кою для підвищення продуктивності та покращення якості моло-
ка в умовах сучасного молочного тваринництва.

Ключові слова: гумінові кислоти, продуктивність, масова
частка жиру, масова частка білка, суха речовина, коротколанцю-
гові жирні кислоти, редуктазна активність, вміст рубця, величи-
на рН.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. В умовах економічної нестабільності пошук ефективних та доступних засобів для підвищення молочної продуктивності корів є критично важливим для забезпечення населення якісною та безпечною продукцією.

Війна призвела до значних руйнувань сільськогосподарської інфраструктури, ускладнила логістику постачання кормів та ветеринарних препаратів, а також створила стресові умови для тварин. Ці чинники негативно впливають на продуктивність корів та якість молока, що ставить під загрозу продовольчу безпеку країни.

Зростання витрат на корми, необхідність забезпечення високих стандартів якості молока та вимоги щодо екологічної безпеки виробництва стимулюють пошук ефективних та безпечних кормових добавок. Особливу увагу приділяють добавкам, які здатні покращити рубцеве травлення, оптимізувати мікробну ферментацію та підвищити молочну продуктивність корів, забезпечуючи високу якість молока.

Останнім часом інтенсивно вивчають застосування різноманітних кормових добавок, зокрема ефірні олії, дубильні речовини, екстракти водоростей та жири, з метою модуляції процесів ферментації у рубці, стимуляції мікробної активності [1, 2]. Серед потенційних добавок особливий інтерес становлять гумінові кислоти, що мають здатність покращувати засвоєння поживних речовин, ферментацію в рубці та продуктивність тварин. Гумінові та фульвокислоти, як ключові компоненти ґрунтових гуматів, традиційно використовують для підвищення родючості ґрунтів [3, 4]. Водночас, є дані щодо їх ефективності як природних антибіотиків, що сприяють посиленню ферментації у рубці, покращенню засвоюваності поживних речовин та підвищенню продуктивності тварин [3, 5]. Крім того, вони відомі своїми протизапальними, протинабряковими, антибактеріальними та противірусними властивостями [6]. Важливо зазначити, що більшість експериментів з гуміновими кислотами проводили на моногастричних тваринах, це потребує подальших досліджень щодо їх застосування у жуйних тварин.

Незважаючи на позитивні результати досліджень з використання гумінових кислот у моногастричних тварин, їх вплив на жуйних тварин залишається мало вивченим. Зокрема, недостатньо інформації про вплив гумінових кислот на збільшення продуктивності корів

та показники якості молока, а також на показники ферментації у рубці. Припускаємо, що додавання гумінових кислот до раціону лактуючих корів впливатиме на популяцію найпростіших та покращить параметри ферментації у рубці і в такий спосіб сприятиме збільшенню продуктивності корів та покращенню показників якості молока.

Мета дослідження – оцінка ефективності використання гумінових речовин у раціоні корів за аналізу змін продуктивності, якісного складу молока та параметрів рубцевого травлення.

Матеріал і методи дослідження. Експериментальні дослідження проводили на базі молочно-товарної ферми СФГ “Колосок”, розташованій у селі Коженики, Білоцерківського району Київської області. Лабораторні дослідження зразків молока та вмісту рубця проводили на базі Експертного центру діагностики та лабораторного супроводу “Біолайтс“, науково-дослідної лабораторії діагностики хвороб тварин кафедри пропедевтики та медицини внутрішніх хвороб тварин і птиці ім. В.І. Левченка та на кафедрі ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни продуктів тваринництва та патанатомії ім. Й.С. Загаєвського Білоцерківського НАУ.

Корів чорно-рябої породи утримували на прив’язі у дворядному корівнику на підстилці з соломи з належною вентиляцією та освітленням. Годівлю тварин здійснювали збалансованим змішаним раціоном, що включав: кукурудзяний силос 22 кг, сінаж 10 кг, солома ячмінна 1 кг, шрот соняшниковий 1,5 кг, кукурудза 2 кг, пшениця 0,5 кг, монокальційфосфат 0,03 кг.

Для дослідження було відібрано 40 клінічно здорових корів, які знаходилися на 1-й або 2-й стадії лактації між 30-ю та 120-ю добою (в середньому 68 діб). Середня маса тіла корів становила $554,0 \pm 47,0$ кг, середній добовий удій молока – $25,68 \pm 3,12$ кг.

Доїння корів проводили двічі на добу – о 6:00 ранку та о 18:00 вечора. Тварини були розділені на дві групи – дослідну та контрольну, по 20 корів у кожній групі. Дослідження виконані відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2007), з дотриманням концепції 3R згідно з загальними принципами експериментів на тваринах, які ухвалені на Першому національному конгресі з біоетики (Київ, 2001) та узгоджені з положеннями Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментів та інших наукових цілей (Страсбург, 1985).

Коровам дослідної групи додатково до основного раціону додавали органічну кормову суміш, виробництва ТОВ "Грінат Екологія", розроблену українськими та австрійськими вченими, що являє собою комплекс біологічно активних речовин природного походження, виготовлений з органічної природної сировини (торф, реструктурована вода, леонардит). Це рідина темно-коричневого кольору, зі слабким специфічним запахом, що містила 65 % гумінових кислот у перерахунку на суху речовину. Дозування добавки становило 20 г на 100 кг маси тіла тварини. Рідку органічну кормову добавку ретельно змішували з компонентами раціону під час його приготування, щоб забезпечити рівномірне споживання добавки кожною твариною. Тривалість дослідження становила 84 доби.

Проби молока відбирали двічі впродовж експерименту: на початку дослідження та на 84-ту добу після початку застосування кормової добавки. Для аналізу було відібрано 40 зразків молока (по 500 см³), отриманих за повного ранкового доїння від кожної корови

кількість КЖК визначали на апараті Маркгама [11]. Активність мікрофлори рубця визначали пробою з метиленовим синім за Діркенсом та Хофреком (час знебарвлення, с). Зразки зберігали за температури 6–8 °С до проведення аналізів.

Для всіх зразків проводили обчислення середнього арифметичного значення і значення середньоквадратичної помилки ($M \pm m$). Статистичну обробку отриманих експериментальних результатів проводили за допомогою програми Statistica 6.0 (StatSoft Inc., США).

Результати дослідження. У таблиці 1 представлено вплив додавання гумінових речовин до раціону дійних корів на надій та хімічний склад молока. Після 84-х діб використання кормової добавки відмічали вірогідне зростання надойів у корів дослідної групи ($p < 0,05$) на 4,5 л, що в 1,2 раза більше, ніж на початку дослідження. Водночас спостерігали збільшення компонентів сухої речовини, зокрема жиру у 1,3 раза, протеїну – у 1,1 раза (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники якості молока корів за додавання гумінових кислот до раціону

Показник	Група тварин	Біометричні показники			
		початок дослідження		завершення дослідження	
		$M \pm m$	Lim	$M \pm m$	Lim
Надій, кг	Дослід	26,3 $\pm$ 1,8	24,3–28,7	30,8 $\pm$ 1,2*	27,4–33,7
	Контроль	26,8 $\pm$ 1,8	23,8–29,0	28,5 $\pm$ 2,4	25,8–30,6
Масова частка жиру, %	Дослід	3,3 $\pm$ 0,33	3,0–5,54	4,30 $\pm$ 0,21*	3,2–4,61
	Контроль	3,1 $\pm$ 0,5	2,98–3,22	3,5 $\pm$ 0,23	3,1–3,8
Масова частка білка, %	Дослід	3,1 $\pm$ 0,04	2,9–3,29	3,3 $\pm$ 0,06*	2,9–3,3
	Контроль	3,0 $\pm$ 0,02	2,98–3,09	3,1 $\pm$ 0,04	2,89–3,25
Масова частка сухої речовини, %	Дослід	11,7 $\pm$ 0,82	11,5–12,0	12,4 $\pm$ 0,73	12,0–12,70
	Контроль	11,81 $\pm$ 0,63	11,6–11,9	12,16 $\pm$ 0,42	11,9–12,4

Примітка: * – $p < 0,05$ (порівняння показників дослідної групи на початку та наприкінці дослідження).

окремо. Зразки молока транспортували до лабораторії в охолоджених контейнерах за температури 4 °С. Дослідження масової частки жиру у молоці (ДСТУ ISO 488:2007), масової частки білків (ДСТУ ISO 8968-1:2005) та сухих речовин (ДСТУ 8552:2015) проводили на свіжому молоці впродовж 3 годин після доїння [7–9]. Відбір та аналіз проб молока проводили згідно з ДСТУ ISO 707:2002 [10].

Вміст рубця відбирали за допомогою зонда за 3 години до годівлі корів, щоб уникнути потрапляння слини, зливали перші 200 см³. У досліджуваних пробах визначали: величину рН, загальну кількість інфузорій підраховували за допомогою камери Горяєва, загальну

Синтез основних компонентів молока, таких як білки, жири, вуглеводи, мінерали та вітаміни, відбувається з поживних речовин, що надходять з кров'ю до молочної залози корів. На засвоєння цих поживних речовин у рубці впливають величина рН та інші параметри ферментації, які можна регулювати через зміну раціону та використання кормових добавок. Додавання до раціону корів дослідної групи органічної кормової суміші на основі гумінових кислот сприяло покращенню засвоєння поживних речовин завдяки стимуляції активності інфузорій рубця, кількість яких зросла в 1,3 раза (табл. 2). Інфузорії рубця, як відомо, відіграють ключову роль

у розщепленні рослинних кормів до коротколанцюгових жирних кислот, концентрація яких вірогідно збільшилася в рубці корів дослідної групи ($p < 0,001$). Це, зокрема, стимулює ріст мікроорганізмів, які використовують аміак для синтезу мікробного протеїну, що забезпечує більшу кількість амінокислот для синтезу молочного білка, підтвердженням чого є статистично значне ($p < 0,05$; табл. 1) збільшення білковомолочності корів дослідної групи.

величини рН ($p < 0,05$), проте значення залишалися в межах фізіологічного діапазону. Це може бути пов'язано зі збільшенням буферної ємності рубцевої рідини під впливом гумінових кислот, що сприяє стабілізації величини рН.

Враховуючи, що ацетат є основним попередником молочного жиру [13] та бере участь у синтезі жирних кислот *ab initio* у молочній залозі, а також діє як сигнальна молекула, регулюючи метаболізм жирних кислот [13, 14],

Таблиця 2 – Динаміка показників рубцевого вмісту корів за додавання гумінових кислот до раціону (n=10)

Показник	Група тварин	Біометричні показники			
		початок дослід		завершення дослід	
		M±m	Lim	M±m	Lim
Величина рН, од.	Дослід	6,9±0,06	6,8–7,02	7,1±0,05*	6,7–7,2
	Контроль	6,9±0,04	6,9–6,96	6,9±0,05	6,9–7,0
Редуктазна активність, с.	Дослід	115,0±14,30	15,0–170	76,0±12,1*	20,0–110,0
	Контроль	125,0±45,0	80,0–170,0	67,5±37,5	30,0–105,0
КЖК, ммоль/л	Дослід	95,0±1,6	90–100	115,0±1,2**	105–118
	Контроль	97,5±3,5	95,0–100,0	102,5±0,04	100–105
Інфузорії, тис./см ³	Дослід	650,0±20,9	575,0–680,0	725,5±22,36**	625,0–750,0
	Контроль	637,5±12,5	625,0–650,0	680,0±25,0	675,0–725,0

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,001$ (порівняння показників дослідної групи на початку та наприкінці дослід).

Оптимізація мікробіальної ферментації також сприяє покращенню загального стану здоров'я корів, що позитивно впливає на молочну продуктивність.

Крім того, статистичне ($p < 0,05$; табл. 1) збільшення продуктивності корів дослідної групи свідчить про покращення засвоєння поживних речовин раціону під впливом гумінових кислот, що, ймовірно, пов'язано з оптимізацією рубцевого травлення, зокрема стимуляцією росту корисної мікрофлори та підвищенням ферментативної активності, що забезпечує більшу кількість доступних ресурсів для синтезу молока.

На рубцеве травлення суттєво впливає величина рН, а саме для проліферації бактерій рубця має становити 6,1–6,8, а для активності найпростіших – 5–7,8. Враховуючи більшу чутливість інфузорій до коливань величини рН, порівняно з бактеріями [1, 12], стабілізація величини рН рубця є критично важливою для їхньої активності.

У дослідженні величина рН рубця корів дослідної групи на початку експерименту знаходився в межах фізіологічної норми 6,82–7,02 од. Введення гумінових кислот призвело до статистично достовірного підвищення

можна припустити, що гумінові кислоти сприяють збільшенню концентрації ацетату у рубці корів дослідної групи. Зростання масової частки жиру у молоці корів дослідної групи ($p < 0,05$) вказує на збільшення будівельного матеріалу для синтезу молочного жиру під дією гумінових кислот.

Дослідження редуктазної активності мікрофлори рубця корів показало, що додавання гумінових кислот до раціону суттєво впливає на функціональну активність інфузорій. На початку дослідження час знебарвлення ферментами мікроорганізмів органічного барвника становив 115,0±14,30 с, що свідчить про відносно низьку активність мікрофлори. Однак, після застосування гумінових кислот, час знебарвлення скоротився до 76,0±12,1 с, що вказує на значне зростання редуктазної активності, що відображає посилення процесів ферментації та обміну речовин у рубці.

Підвищення ферментативної здатності редуктази на 39 с. свідчить про зростання активності інфузорій та загальної мікрофлори рубця. Це, ймовірно, пов'язано зі стимулювальним впливом гумінових кислот на розвиток та функціональну активність інфузорій, а також на інші мікроорганізми рубця.

Збільшення редуцтазної активності відображає посилення процесів відновлення, що є ключовими в розщепленні рослинних кормів та утворенні коротколанцюгових жирних кислот. Це свідчить про покращення ефективності травлення та засвоєння поживних речовин у рубці корів під дією гумінових кислот.

Обговорення. Застосування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот у раціоні лактуючих корів є відносно новим підходом, що потребує детального вивчення. Результати дослідження продемонстрували збільшення ($p < 0,05$) надоїв у корів дослідної групи на 4,5 л, що в 1,2 раза перевищує показники на початку експерименту, що свідчить про виражений позитивний вплив гумінових кислот на молочну продуктивність корів. Водночас, спостерігалось збільшення компонентів сухої речовини, зокрема жиру у 1,3 раза та протеїну у 1,1 раза, що також підтверджує ефективність використання гумінових кислот як кормової добавки та узгоджується з результатами дослідження інших науковців [1, 2]. Покращення якісних показників молока корів під впливом гумінових кислот, ймовірно, пов'язане з оптимізацією рубцевого травлення та покращенням засвоєння поживних речовин.

Введення гумінових кислот призвело до підвищення величини рН рубця корів дослідної групи ($p < 0,05$), залишаючись у межах фізіологічної норми (6,82–7,02). Це узгоджується з даними А. Teter (2021), яка вказує на оптимальний діапазон величини рН для проліферації бактерій рубця (6,1–6,8) та активності протозойних (5–7,8).

Підвищення величини рН рубця під впливом гумінових кислот, ймовірно, пов'язане з їх буферною здатністю, оскільки інфузорії, які відіграють важливу роль у рубцевому травленні, є більш чутливими до змін величини рН, ніж бактерії [14, 15]. Отже, стабілізація величини рН рубця за допомогою гумінових кислот може сприяти оптимізації мікробної діяльності та покращенню ферментації у рубці.

Одним з ключових механізмів дії гумінових кислот є стимуляція активності інфузорій рубця. Дослідження редуцтазної активності показало, що додавання гумінових кислот до раціону корів привело до значного скорочення часу знебарвлення органічного барвника ферментами мікроорганізмів. Це свідчить про зростання редуцтазної активності та посилення процесів ферментації й обміну речовин у рубці.

Зменшення часу знебарвлення на 39 с вказує на значне зростання активності інфу-

зорій та загальної мікрофлори рубця під впливом гумінових кислот. Це, ймовірно, пов'язано зі стимулювальним впливом гумінових кислот на розвиток та функціональну активність мікроорганізмів рубця.

Збільшення редуцтазної активності відображає посилення процесів відновлення, які є ключовими в розщепленні рослинних кормів та утворенні коротколанцюгових жирних кислот. Це свідчить про покращення ефективності травлення та засвоєння поживних речовин у рубці корів під дією гумінових кислот.

Збільшення кількості інфузорій в 1,3 раза приводить до зростання концентрації коротколанцюгових жирних кислот ($p < 0,001$), що є важливим для енергетичного забезпечення корів та синтезу молочного жиру. Це підтверджує дані попередніх досліджень, які показали, що гумінові кислоти здатні покращувати рубцеве травлення та підвищувати продуктивність жуйних тварин [13, 14].

Водночас збільшення редуцтазної активності мікрофлори рубця відображає посилення процесів ферментації та обміну речовин. Це свідчить про покращення ефективності травлення та засвоєння поживних речовин під впливом гумінових кислот.

Важливо зазначити, що отримані результати узгоджуються з даними досліджень на моногастричних тваринах [18–21], які показали позитивний вплив гумінових кислот на продуктивність та стан здоров'я. Однак, враховуючи специфіку рубцевого травлення, необхідно проводити подальші дослідження для вивчення механізмів дії гумінових кислот на жуйних тварин.

Перспективи подальших досліджень включають вивчення впливу гумінових кислот на популяцію найпростіших у рубці корів на рівні родів, а також оцінку економічної доцільності використання гумінових кислот у раціонах дійних корів.

Висновки. 1. 84-добове застосування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот сприяло зростанню надоїв ($p < 0,05$) у корів дослідної групи на 4,5 л, що в 1,2 раза більше порівняно з початком експерименту.

2. Масова частка жиру у молоці корів дослідної групи зросла в 1,3 раза, а масова частка білків – в 1,1 раза ($p < 0,05$).

3. Зростання масової частки білка ($p < 0,05$) у молоці корів дослідної групи під дією гумінових кислот може бути результатом стимуляції росту мікроорганізмів рубця та покращення синтезу мікробного протеїну, який є джерелом амінокислот для синтезу молочного білка.

4. Зростання кількості інфузорій у 1,3 раза ($p < 0,001$) у вмісті рубця корів дослідної групи сприяло збільшенню концентрації коротколанцюгових жирних кислот (КЖК) ($p < 0,001$), що є важливим джерелом енергії та будівельним матеріалом для синтезу компонентів молока, зокрема жиру.

5. Стабілізація величини рН рубця в межах фізіологічної норми та зростання редуцтної активності мікрофлори рубця (на 39 с, $p < 0,05$) свідчить про посилення ферментативних процесів та покращення ефективності розщеплення рослинних кормів.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. The effects of humic substances on rumen fermentation, nutrient digestibility, methane emissions, and rumen microbiota in beef-producing heifers / S. Terry et al. *Journal of animal science*. 2018. Vol. 96 (9). P. 3863–3877. DOI:10.1093/jas/sky265
2. Modulating the gut microbiome in ruminants: enhancing benefits and minimizing drawbacks / A. Belanche et al. *Frontiers in Microbiology*. 2021. No 11. DOI:10.3389/fmicb.2020.622002
3. Humic substances in the diet of lactating cows enhanced feed utilization, altered ruminal fermentation, and improved milk yield and fatty acid profile / A.E. Kholif et al. *Livestock Science*. 2021. Vol. 253. ISSN 1871-1413. DOI:10.1016/j.livsci.2021.104699.
4. Вплив гумінових кислот на молочну продуктивність корів та показники якості і безпечності молока / О.М. Якубчак та ін. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2023. № 2. С. 67–74. DOI:10.33245/2310-4902-2023-184-2-67-74.
5. McCann J.C., Wickersham T.A., Loor J.J. Highthroughput methods redefine the rumen microbiome and its relationship with nutrition and metabolism. *Bioinform Biol Insights*. 2014. P. 109–125.
6. Storm A.C., Hanigan M.D., Kristensen N.B. Effects of ruminal ammonia and butyrate concentrations on reticuloruminal epithelial blood flow and volatile fatty acid absorption kinetics under washed reticuloruminal conditions in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2011. No 94. P. 3980–3994. DOI:10.3168/jds.2010-4091.
7. ДСТУ ISO 488:2007 Молоко. Визначення масової частки жиру. Жироміри Гербера (ISO 488:1983, IDT). [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2008. 16 с.
8. ДСТУ ISO 8968-1:2005. Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля (ISO 8968-1:2001, IDF 20-1:2001, IDT). [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2005. 18 с.
9. ДСТУ ISO 8552:2015 Молоко та молочні продукти. Методи визначення вологості та сухої речовини. (ISO 8552:2015). [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2015. 13 с.

10. ДСТУ ISO 707:2002 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (ISO 707:2002). [Чинний від 2003-10-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2003. 35 с.

11. Методи лабораторної діагностики хвороб тварин / В.І. Левченко та ін.; за ред В.І. Левченка. Київ: Урожай, 2010. 470 с.

12. Дослідження вмісту рубця: методичні рекомендації / В.І. Левченко та ін. Біла Церква, 2005. 52 с.

13. Metabolic influence of core ciliates within the rumen microbiome / T.O. Andersen et al. *ISME Journal*. 2023. 17 (7). P. 1128–1140. DOI:10.1038/s41396-023-01407-y.

14. Vašková J., Veliká B., Pilátová M. Effects of humic acids in vitro. *In vitro sell. dev. biol. Animal*. 2011. Vol. 47. P. 376–382. DOI:10.1007/s11626-011-9405-8.

15. Fatty acid profile of milk – a review / M. Markiewicz-Kęszycka et al. *Bull. vet. inst. pulawy*. 2013. Vol. 57. P. 135–139. DOI:10.2478/bvip-2013-0026.

16. Rumen microbiota and nutrient metabolism: A review / Y.K. Kansagara et al. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*. 2022. Vol. 37. Issue 4. P. 320–327. DOI:10.18805/BKAP486.

17. Nieweś D., Huculak-Mączka M., Braun-Giwerska M. Ultrasound-assisted extraction of humic substances from peat: assessment of process efficiency and products' quality. *Molecules*. 2022. No 27 (11). 3413 p. DOI:10.3390/molecules27113413.

18. Yuzha S., Gul M. The effect of adding humate to the diet of dairy cows on productivity. *Ank. Univ. Vet. Fak. Derg.* 2021. No 68. P. 7–14.

19. Milk Odd- and Branched-Chain Fatty Acids as Biomarkers of Rumen Fermentation / R. Kupeczyński et al. *Animals*, 2024. 14 (11). 1706 p. DOI:10.3390/ani14111706

20. Aschenbach J.R., Penner G.B., Stumpff F., Gabel G. Ruminant nutrition symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. *J. Ani. Sci.* 2011. 89 (4). P. 1092–1107. DOI:10.2527/jas.2010-3301.

21. Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: new opportunities for sustainable animal production / P. Celi et al. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2017. 234. P. 88–100. DOI:10.3389/fmicb.2020.622002.

REFERENCES

1. Terry, S., Ribeiro, G. Jr., Gruninger, R. (2018). The effects of humic substances on rumen fermentation, nutrient digestibility, methane emissions, and rumen microbiota in beef-producing heifers. *Journal of animal science*, Vol. 96 (9), pp. 3863–3877. DOI:10.1093/jas/sky265
2. Belanche, A., Patra, A.K., Morgavi, D.P., Suen, G. (2021). Modulating the gut microbiome in ruminants: enhancing benefits and minimizing drawbacks. *Frontiers in Microbiology*. no. 11. DOI:10.3389/fmicb.2020.622002

3. Kholif, A.E., Matloup, O.H., EL-Bltagy, E.A. Humic substances in the diet of lactating cows enhanced feed utilization, altered ruminal fermentation, and improved milk yield and fatty acid profile. *Livestock Science*, Vol. 253. ISSN 1871-1413. DOI:10.1016/j.livsci.2021.104699.
4. Yakubchak, O.M., Kravchenko, I.M., Tyshkivska, N.V. (2023). Vplyv huminovykh kyslot na molochnu produktyvnist koriv ta pokaznyky yakosti i bezpechnosti moloka [The effect of humic acids on cow milk production and milk quality and safety indicators]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific bulletin of veterinary medicine], no 2, pp. 67–74. DOI: 10.33245/2310-4902-2023-184-2-67-74. (in Ukrainian).
5. McCann, J.C., Wickersham, T.A., Loo, J.J. (2014). Highthroughput methods redefine the rumen microbiome and its relationship with nutrition and metabolism. *Bioinform Biol Insights*, pp. 109–125. DOI:10.4137/BBI.S15389.
6. Storm, A.C., Hanigan, M.D., Kristensen, N.B. (2011). Effects of ruminal ammonia and butyrate concentrations on reticulorumen epithelial blood flow and volatile fatty acid absorption kinetics under washed reticulorumen conditions in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, no. 94, pp. 3980–3994. DOI:10.3168/jds.2010-4091.
7. DSTU ISO 488:2007 Moloko. Vyznachennja masovoi' chastky zhyru. Zhyromiry G'erbera (ISO 488:1983, IDT). [Chynnyj vid 2009-01-01]. Vyd. ofic. [DSTU ISO 488:2007 Milk. Determination of mass fraction of fat. Gerber fat meters (ISO 488:1983, IDT). [Valid from 2009-01-01]. Official edition]. Kyiv: UkrNDNTS, 2008, 16 p. (in Ukrainian).
8. DSTU ISO 8968-1:2005. Moloko. Vyznachennja vmistu azotu. Chastyna 1. Metod K'jel'dalja (ISO 8968-1:2001, IDF 20-1:2001, IDT). [Chynnyj vid 2005-07-01]. Vyd. ofic. [DSTU ISO 8968-1:2005. Milk. Determination of nitrogen content. Part 1. Kjeldahl method (ISO 8968-1:2001, IDF 20-1:2001, IDT). [Valid from 2005-07-01]. Official edition]. Kyiv: UkrNDNTS, 2005. 18 p. (in Ukrainian).
9. DSTU ISO 8552:2015 Moloko ta molochni produkty. Metody vyznachennja vology ta suhoi' rechovyny. (ISO 8552:2015). [Chynnyj vid 2017-01-01]. Vyd. ofic. [DSTU ISO 8552:2015 Milk and milk products. Methods for the determination of moisture and dry matter. (ISO 8552:2015). [Valid from 2017-01-01]. Official edition]. Kyiv: UkrNDNTS, 2015. 13 p. (in Ukrainian).
10. DSTU ISO 707:2002 Moloko ta molochni produkty. Nاستanovy z vidbyrannja prob (ISO 707:2002). [Chynnyj vid 2003-10-01]. Vyd. ofic. [DSTU ISO 707:2002 Milk and dairy products. Guidelines for sampling (ISO 707:2002). [Valid from 2003-10-01]. Official edition]. Kyiv: UkrNDNTS, 2003. 35 p. (in Ukrainian).
11. Levchenko, V.I., Holovakha, V.I., Kon-drakhin, I.P. (2010). Metody laboratornoi diahno-styky khvorob tvaryn [Methods of Laboratory Diagnosis of Animal Diseases]. Kyiv: Harvest, 470 p. (in Ukrainian).
12. Levchenko, V.I., Chub, O.V., Sakhnyuk, V.V. (2005). Doslidzhennia vmistu rubtsia: metodych-ni rekomendatsii [Research on rumen content: methodological recommendations]. Bila Tserkva, 52 p. (in Ukrainian).
13. Andersen, T.O., Altshuler, I., Vera-Ponce, de León A. (2023). Metabolic influence of core ciliates within the rumen microbiome. *ISME Journal*, 17 (7), pp. 1128–1140. DOI:10.1038/s41396-023-01407-y.
14. Vašková, J., Veliká, B., Pilátová, M. (2011). Effects of humic acids in vitro. *In vitro sell. dev. biol. Animal*. Vol. 47, pp. 376–382. DOI:10.1007/s11626-011-9405-8.
15. Markiewicz-Kęszycka, M., Czyżak-Runowska, G., Lipińska, P. (2013). Fatty acid profile of milk – a review. *Bull. vet. inst. Pulawy*, Vol. 57, pp. 135–139. DOI:10.2478/bvip-2013-0026.
16. Kansagara, Y.K., Savsani, H.H., Chav-da, M.R. (2022). Rumen microbiota and nutrient metabolism: a review. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*, Vol. 37, Issue 4, pp. 320–327. DOI: 10.18805/BKAP486.
17. Nieweś, D., Huculak-Mączka, M., Braun-Giwerska, M. (2022). Ultrasound-assisted extraction of humic substances from peat: assessment of process efficiency and products quality. *Molecules*, no. 27 (11), 3413 p. DOI:10.3390/molecules27113413.
18. Yuzha, S., Gul, M. (2021). The effect of adding humate to the diet of dairy cows on productivity. *Ank. Univ. Vet. Fak. Derg.*, no. 68, pp. 7–14. DOI:10.33988/auvfd.626066.
19. Kupczyński, R., Pacyga, K., Lewandowska, K., Bednarski, M., Szumny, A. (2024). Milk Odd- and Branched-Chain Fatty Acids as Biomarkers of Rumen Fermentation. *Animals*, 14 (11), 1706 p. DOI:10.3390/ani14111706
20. Aschenbach, J.R., Penner, G.B., Stumpff, F., Gabel, G. (2011). Ruminant nutrition symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. *J. Ani. Sci.*, 89 (4), pp. 1092–1107. DOI:10.2527/jas.2010-3301.
21. Celi, P., Cowieson, A., Fru-Nji, F. (2017). Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: new opportunities for sustainable animal production. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 234, pp. 88–100. DOI:10.3389/fmicb.2020.622002.

Humic acids: effect on productivity, milk fat and protein content, and rumen digestion parameters in cows

Yakubchak O., Tyshkivskaya N., Chub O., Tyshkivsky M.

The article presents the results of a comprehensive study of the effect of humic substances added to the diet of dairy cows on productivity, the chemical composition of milk and key parameters of rumen digestion. It was found that the 84-day use of humic acids in the diet of cows in the experimental group led to a significant increase in milk yield by 4.5 liters ($p < 0.05$), which is a 1.2-fold increase compared to the beginning of the experiment. In addition to the increase in milk yield, a significant

improvement in milk quality was observed, in particular, an increase in fat content by 1.3 times and protein by 1.1 times.

The study found that humic acids stimulate the activity of rumen ciliates, which, in turn, leads to a significant increase in the concentration of short-chain fatty acids ($p < 0.001$), representatives of which are precursors of milk fat ($p < 0.05$) and improve the absorption of nutrients from the diet. This, in turn, provides a greater amount of amino acids necessary for the synthesis of milk protein, which is confirmed by a statistically significant increase in the protein content of the cows in the experimental group ($p < 0.05$).

An important aspect of the effect of humic acids is their ability to stabilize the pH value of the rumen

content within the physiological norm, which is probably achieved by increasing the buffering capacity of the rumen fluid after their administration. In addition, humic acids increased the reductase activity of the rumen microflora, which reflects the enhancement of fermentation and metabolic processes, and therefore, improved digestion efficiency.

The results obtained indicate a complex positive effect of humic substances on milk productivity and rumen digestion of cows, which makes them a promising feed additive for increasing productivity and improving milk quality in modern dairy farming.

Key words: humic acids, productivity, mass fraction of fat, mass fraction of protein, dry matter, short-chain fatty acids, reductase activity, rumen content, pH value.



Copyright: Якубчак О.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Якубчак О.М.

<https://orcid.org/0000-0002-9390-6578>

Тишківська Н.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4937-1390>

Чуб О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-6049-1206>

Тишківський М.Я.

<https://orcid.org/0000-0003-0826-5276>