

УДК 633/635;636.2.085.2

Єлецька Т.О. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57212146461>,
<https://scholar.google.com.ua/citations?user=P-OJW2kAAAAJ&hl=uk>, <https://orcid.org/0000-0001-8980-6972>,
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/КНС-6680-2024>;

Русько Н.П. <https://orcid.org/0000-0003-2739-994X>

Ляшенко Н.В. <https://orcid.org/0009-0005-3629-9264>

ВПЛИВ СТРУКТУРИ СОРБЕНТІВ НА ПІДТРИМАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РІВНЯ ОБМІННОГО АЗОТУ РУБЦЯ

Тетяна Єлецька, Наталія Русько, Наталія Ляшенко

Інститут тваринництва НААН, м. Харків, Україна
e-mail: it_phys@ukr.net; mollab@ukr.net; itcorm16@gmail.com

<https://doi.org/10.34142/2708-5848.2024.26.1.08>

В умовах фізіологічного двору на теличці чорно-рябої породи з встановленою рубцевою фістулою досліджено вплив сорбентів різної структури (монтморилоніт, полімер та жом) на перетравність протеїну в рубці. Встановлено взаємозв'язок структури сорбентів та інтенсивності метаболізму у рубці і включенні амонійного азоту до складу мікробіального сирого протеїну. На раціоні з монтморилонітом вірогідних та значних змін перетравності сухої речовини та сирого протеїну окремих компонентів раціону встановлено не було. На раціоні з полімером перетравність сухої речовини та сирого протеїну сіна була вища за цей показник на контрольному раціоні і складала відповідно $45,5 \pm 0,21$ % ($p < 0,05$) та $40,7 \pm 2,41$ % ($p < 0,01$). Ці показники на раціоні з жомом склали $48,09 \pm 2,43$ % і $42,7 \pm 2,11$ % ($p < 0,01$), що вище за контрольний показник на $14,8$ % і $38,6$ % відповідно. При цьому було виявлено тенденцію до підвищення перетравності сухої речовини і сирого протеїну силосу – на $16,8$ % та $7,7$ %, а також комбікорму – на $14,4$ % та $12,1$ %. Перетравність сухої та органічної і сирого протеїну в рубці на раціонах з монтморилонітом та полімером мали тенденцію до зниження. Перетравність практично всіх поживних речовин на раціоні з жомом була вищою, ніж на контрольному раціоні – сухої речовини - на $4,1$ % ($p < 0,05$), органічної речовини - на $5,5$ %, сирого протеїну - на $4,4$ %, безазотистих екстрактивних речовин - на $7,5$ %, сирого клітковини - на $8,2$ % ($p < 0,01$). Зниження перетравності сирого жиру невірогідне, проте було значним – на $8,5$ %. Таким чином, досліджувані сорбенти різної структури можна застосовувати в раціонах корів без шкоди обмінним процесам у рубці. Монтморилоніт сприяє підтримці сприятливих умов діяльності мікроорганізмів, збільшує ефективність мікробного синтезу, знижуючи при цьому перетравність сирого протеїну в рубці, збільшуючи надходження останнього до кишечника. При застосуванні полімеру вірогідно збільшується розпад сухої речовини та сирого протеїну із грубих та соковитих кормів та спостерігається підвищення ефективності мікробного синтезу. За наявності концентрованих зернових кормів невисокої якості, незбалансованості раціонів можна не запобігати розпаду протеїну цих кормів, а збільшити синтез мікробного білка, що має високу біологічну цінність, шляхом використання сухого бурякового жому, який збільшує перетравність сирого клітковини та сприяє значному збільшенню мікробного синтезу в рубці.

Ключові слова: велика рогата худоба, рубець, травлення, мікробіальний синтез, сорбенти

Сучасні наукові розробки дозволяють у процесі приготування кормів до згодовування отримувати так звані байпас протеїни, який має низький рівень перетравлення в рубці та неушкодженим доходить до тонкого кишечника, де засвоюється організмом корови [25, 17, 19]. В результаті останніх досліджень з'ясовано, що підвищене засвоювання білку без адекватного підвищення засвоювання енергії призводить до використання організмом частини засвоєних амінокислот в енергетичних цілях [2, 3, 18, 32]. Така ситуація призво-

дить не лише до фактичного знецінення частини засвоєного білка, а й до токсикації організму амонієм та утворення додаткових обсягів парникових газів та аміаку. Регуляція інтенсивності та спрямованості ферментативних процесів у рубці можлива годівлею, введенням добавок біологічно активних речовин та інгібіторів [8]. Добавки сорбентів у раціоні корів поглинають певну кількість аміаку та затримують його деякий час в рубці, що підвищує вірогідність його включення до складу мікробіа-

льного білку в процесі повільного перетравлення сирової клітковини.

Підвищення надходження захищеного білкового компоненту за умов одночасного контролю вмісту захищеної від руйнування в рубці додаткової енергії та сорбентів дозволяє підвищувати рівень засвоєння білку в періоди найбільшої потреби організму корів, що лактують, без негативних наслідків в плані порушень обміну речовин, інтоксикації продуктами обміну та зменшення забруднення навколишнього середовища парниковими газами та аміаком. В даний час у тваринництві використовується велика кількість різноманітних як традиційних, так і нетрадиційних кормових засобів, у тому числі які мають абсорбційні властивості. До них відносяться неорганічні природні матеріали (цеоліти, бентоніти, активоване вугілля), синтетичні полімери (поліакриламід – у різних модифікаціях та ін.), а також продукти переробки рослинної сировини (жом, лігнін, целюлоза та ін.) [5, 10, 12, 13]. У той же час механізми дії ентеросорбентів на процес травлення вивчені недостатньо. Ентеросорбція найбільш фізіологічний метод, що не викликає ускладнень і не вимагає значних матеріальних витрат та ґрунтується на зв'язуванні та виведенні з організму через шлунково-кишковий тракт з лікувальною або профілактичною метою ендогенних та екзогенних речовин, надмолекулярних структур та клітин [7, 16, 29]. Механізм дії ентеросорбентів включає прямі та опосередковані ефекти, які залежать як від виду сорбенту, так і стану організму [1, 24]. До неорганічних природних добавок можна віднести природні цеоліти та бентоніти, основу яких становить глинистий мінерал монтморилоніт, що має кристалічну структуру з молекулярно-ситовими властивостями. Монтморилоніт – хороший адсорбент для багатьох органічних, неорганічних речовин (макро- та мікроелементи, вітаміни, ферменти, амінокислоти та ін.) [4]. Висока метаболічна активність бентонітів пояснюється вмістом

великого набору макро- та мікроелементів, здатного утворювати комплекси з органічними молекулами та входити до складу біологічно активних сполук організму. Завдяки особливостям структурної комірки, що розширюється, монтморилоніт здатний зв'язувати кілька шарів абсорбованої речовини. Включення бентонітової добавки до раціонів активізує діяльність мікрофлори в передшлунках, підвищуючи загальну кількість інфузорій та бактерій [10]. Неорганічні добавки позитивно впливають на ферментацію, тому що сприяють адсорбції газів, сечовини, знижують вміст аміачного азоту, зв'язуючи в рубці деяку кількість аміаку і перешкоджають виникненню аміачного «вибуху», тим самим перешкоджаючи швидкому всмоктуванню та непродуктивному використанню аміачного азоту. При поступовому вивільненні аміачного азоту мікроорганізми рубця раціональніше використовують енергію, здійснюючи синтез білка свого тіла [14]. Все це в сукупності призводить до покращення процесів травлення та підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин [10]. Для іммобілізації ферментів найчастіше використовують поліакриламідний гель, що має губчасту структуру з великою поверхнею. Властивості гелю (хімічна природа, гідрофільність або гідрофобність) можуть змінюватись у широких межах, завдяки чому кожної ферментативної системи можна підібрати найбільш зручну матрицю. Найбільш можливим механізмом впливу полімерів є утворення водонерозчинних білок-полімерних комплексів, здатних знижувати мікробний ферментативний гідроліз протеїну корму в рубці жуйних [6, 11]. Одним із побічних продуктів, що отримують при переробці цукрових буряків на цукор, є жом, який є складною капілярно-пористою масою. Волокна пульпи цукрових буряків є стійкими до травних ферментів і складаються головним чином із структурних полімерів клітинних стінок рослини, тобто целюлози, геміцелюлози, пектинів та лігніну [9, 23, 28].



Вміст целюлози у вторинній клітинній стінці становить від 60 % до 90 %. У вторинній стінці мікрофібрили мало переплітаються, тобто переважає паралельна текстура. В простір між мікрофібрилами можуть проникати лише дуже маленькі молекули, такі як вода, а міжфібрилярні області доступні більшим колоїдним часткам [31].

Встановлено, що перетравність поживних речовин кормів у жуйних тварин може бути підвищена за рахунок біологічно активних речовин, які створюють сприятливі умови для зростання та розвитку мікрофлори в рубці, що і зумовлює підвищення перетравності [2, 27, 30]. Зменшення ступеня розпаду білків у рубці дозволяє не тільки значно покращити використання кормового протеїну, але й відкриває нові перспективи застосування небілкового азоту. З вищевикладеного доцільно прове-

сти ґрунтовніші дослідження впливу сорбентів різної структури на травні процеси в рубці корів, що дозволить з'ясувати механізми підвищення ефективності засвоєння поживних речовин тваринами за умов застосування добавок-сорбентів для підвищення продуктивності тварин без ризику їх втрати в результаті аміачного токсикозу та кетозу, корегування викидів парникових газів та аміаку, що безумовно є актуальним та має значну соціальну значимість для сільськогосподарських виробників різного виробничого потенціалу.

Метою дослідження є вивчення впливу різних сорбентів з певною структурою на перетравність сирого протеїну в рубці для підтримання оптимального рівня обмінного азоту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

В умовах фізіологічного двору проведено хірургічну операцію зі встановлення фістули на рубець теличці чорно-рябої породи. В межах вивчення впливу структури сорбентів на травні процеси в рубці проведено дослідження трьох добавок-сорбентів: монтморилоніт, полімер та буряковий жом [22]. Склад кормів, сорбентів та біологічних зразків оцінено згідно [26, 33], визначено суху речовину (СР), золу (СЗ), сирий протеїн (СП), сирий жир (СЖ), сиру клітковину (СК), безазотисті екстрактивні речовини (БЕР), мінеральний склад. Для оцінки спрямованості процесів травлення в рубці при згодовуванні раціону з сорбентами різної структури було проведено інкубування зразків вказаних інгредієнтів корму в мішечках з наступними па-

раметрами: розмір мішечків: 7,0 см на 5,5 см; середній діаметр пор тканини 102 мкм; кількість зразка 5 г та час інкубації (15 хв – для нульової проби та 6 год – для контрольної проби) [15, 20]. Перебіг травлення в рубці опосередковано оцінено за різницею вмісту поживних речовин зразків корму з сорбентом та без нього, що були проінкубовані в рубцевому середовищі. Результати опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента [21].

Під час експерименту тварина отримувала основний раціон (ОР), що складався з сіна – 18 %, силосу – 30 %, патоки кормової – 7 % та комбікормів – 45 % за поживністю. Кожен період досліду тривав 21-28 днів (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліду

Раціон	Періоди, дні					
	Зрівняльний, 21	1-й дослідний, 28	Зрівняльний, 21	2-й дослідний, 28	Зрівняльний, 21	3-й дослідний, 28
ОР	ОР + монтморилоніт	ОР	ОР + полімер	ОР	ОР + жом	

В першому досліді 4 % маси комбікорму замінювали бентонітом монтмори-

лонітом, в другому – 0,3 % – полімером «Солунат», в третьому досліді кормова

бурякова патока була замінена сухим буряковим жомом у кількості, еквівалентній

їй за поживністю – 1.4 кг/ гол/добу (табл. 2).

Таблиця 2

Споживання корму дослідною твариною

Корм	Контрольний (основний) раціон (ОР)		Дослідний раціон					
			з монтморилонітом		з полімером		з жомом	
	теор.	факт.	теор.	факт.	теор.	факт.	теор.	факт.
Сіно різнотравне, кг	5.0	4.22	5.0	4.04	5.0	4.26	5.0	4.79
Силос кукурудзяний, кг	30.0	27.99	30.0	28.67	30.0	29.00	30.0	27.45
Жом буряковий сухий, кг	-	-	-	-	-	-	1.4	1.4
Патока кормова, кг	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	-	-
Комбікорм, кг	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

На початку кожного періоду проводили хімічний аналіз проб кормів раціону.

У зразках кормів визначали вміст золи та поживних речовин (табл.3).

Таблиця 3

Вміст поживних речовин раціону

Показник	Контрольний (основний) раціон (ОР)		Дослідний раціон					
			з монтморилонітом		з полімером		з жомом	
	теор.	факт.	теор.	факт.	теор.	факт.	теор.	факт.
Суша речовина, кг	20.21	19.50	20.20	19.53	20.18	20.06	20.23	20.78
Органічна речовина, кг	18.83	18.1	18.48	18,0	18.75	18.3	18.86	19.7
Сирий протеїн, г	2718.38	2662.7	2694.86	2680.6	2713.33	2743.8	2718.79	2614.4
Сира клітковина, г	4154.90	4177.95	4154.46	4201.6	4153.27	4403.3	4608.53	5356.2
Сира зола, г	1376.97	1329.9	1376.51	1348.5	1431.80	1396.3	1378.17	1091.8
Сирий жир, г	339.84	315.6	339.73	318.8	339.43	329.4	348.31	329.2
Безазотисті екстрактивні речовини, кг	11.62	10.10	11.61	10.90	11.54	11.20	11.18	11.00
Обмінна енергія, МДж	207.6	197.98	207	198.1	207.2	202.2	201.6	198.5

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

З метою вивчення впливу кормових добавок на процеси, що протікають у рубці, було визначено перетравність окремих кормів раціону та перетравність поживних речовин раціонів. У передшлунках дослідної тварини, яка отримувала у складі ком-

бікорму монтморилоніт і полімер, перетравність сухої та органічної речовини мало відрізнялася від перетравності цих речовин у тварин при згодовуванні контрольного раціону (табл. 4).



Таблиця 4

Перетравність поживних речовин в рубці, %

Показник	Раціони			
	Контроль (ОР)	ОР + монтмори- лоніт	ОР + полімер	ОР + жом
СР	51.4±1.27	49.1±1.85	50.1±1.51	53.5±0.61*
ОР	58.5±0.44	56.7±1.30	56.8±1.93	61.7±1.72
СП	13.7±0.46	8.9±2.16	9.7±1.15	14.3±3.83
СЖ	-28.3±17.56	-10.0±2.77	-30.7±5.89	-71.0±6.75
СК	69.6±1.02	70.1±1.78	70,0±1.82	75.3±1.48**
СЗ	-50.0±10.29	-57.5±10.24	-51.9±4.90	-93.8±9.09**
БЕР	64.3±2.77	65.7±1.34	64.71±1.96	69.1±1.96

Примітка. * - вірогідність різниці $p < 0.05$; ** - вірогідність різниці $p < 0.01$.

При цьому слід відзначити як позитивний момент, що перешкоджає втраті азоту, зниження перетравності сирого протеїну на раціонах з монтморилоном і полімером, на 35 % і 29 % відповідно. Включення до складу раціону монтморилоном і полімеру не призвело до змін перетравності сирогої клітковини, і цей показник перебував на рівні контрольних значень. Застосування монтморилоном у складі раціону на перетравність безазотистих екстрактивних речовин істотно не вплинуло. Цей показник при згодовуванні полімеру також, порівняно з контролем, практично не змінився.

Слід звернути увагу на яскраво виражену зміну перетравності поживних речовин у тварин під час згодовування жому. Спостерігається вірогідне ($p < 0,01$) збільшення перетравності сирогої клітковини. У цілому перетравність органічної речовини збільшилася на 5,5 %. А суха речовина перетравлювалася краще на 4,1 % ($p < 0,05$). Очевидно, що збільшення перетравності цих речовин відбулося в основному за ра-

хунок збільшення гідролізу вуглеводної частини вмісту рубця.

Негативні значення перетравності сирого жиру у рубці є характерними для жуйних тварин. Збільшення кількості сирого жиру у вмісті рубця, очевидно, побічно може свідчити про нормальний розвиток мікрофлори передшлунків, оскільки саме мікроорганізми синтезують жирні кислоти з неліпідних компонентів корму. Негативні значення перетравності сирого жиру в передшлунках, отримані з високою часткою вірогідності, у тварин, які отримують жом, обумовлені збільшенням надходження в рубець мінеральних елементів зі слиною, кількість і склад якої визначаються структурою корму, характером бродильних процесів у рубці, і особливо рН.

Найбільш важливою властивістю кормового протеїну є ступінь його розпаду в рубці. Результати визначення перетравності сухої речовини та сирого протеїну окремих компонентів раціону представлені у таблиці 5.

Таблиця 5

Перетравність сухої речовини та сирого протеїну окремих кормів раціону в рубці, %

Раціон Корма	Контроль (ОР)		ОР + монтморилоніт		ОР + полімер		ОР + жом	
	СР	СП	СР	СП	СР	СП	СР	СП
Сіно	41.9 ±1.50	30.8 ±1.34	40.9 ±2.95	29.1 ±2.83	45.5 ±0.21*	40.7 ±2.41*	48.1 ±2.43	42.7 ±2,11**
Силос	54.7 ±0.69	61.3 ±0.06	53.8 ±0.21	65.0 ±3.50	57.0 ±2.43	67.9 ±2.52*	63,9 ±5,08	66.0 ±3.28
Комбікорм конт- рольний	66.9 ±3.35	67.3 ±3.41						
Комбікорм з добав- кою монтморилоні- ту			66.05 ±1.45	68.7 ±1.80				
Комбікорм з добав- кою полімеру					67.8 ±5.32	67.5 ±5.38		
Жом в складі осно- вного раціону							76,56 ±3,89	75.4 ±3.83

Примітка. * - вірогідність різниці $p < 0.05$; ** - вірогідність різниці $p < 0.01$.

Згідно з даними, отриманими в наших дослідженнях, проведених методом *in situ*, спостерігається виражена тенденція до збільшення перетравності сухої речовини та сирого протеїну, як грубих і соковитих кормів, так і концентратів (комбікорму) на раціоні з сухим буряковим жомом. Слід зазначити, що перетравність сирого протеїну сіна на раціоні з жомом зросла на 11,9 %, силосу – на 4,7 % та комбікорму – на 8,1 %. Така тенденція простежується і на раціоні з полімером. Так, перетравність сирого протеїну сіна та силосу була за результатами дослідження вище за перетравність сирого протеїну сіна та силосу на контрольному раціоні на 9,9 % і на 6,6 %. Однак перетравність сухої речовини та сирого протеїну комбікорму, що містить полімер, і інкубованого в рубці телички, що знаходилася на відповідному раціоні, практично не відрізнялася від контрольних значень. Інкубація зразків кормів у рубці тварини на раціоні з монтморилонітом не виявила значних змін перетравності сухої речовини та сирого протеїну окремих кормів. Найбільша різниця, порівняно з конт-

ролем, спостерігалася за перетравністю сирого протеїну силосу та становила 3,7 %.

Отже, можна припустити, що досліджувані кормові добавки в рубці корів мають різну дію на окремі корми. Так, на раціоні з жомом відбувалося збільшення перетравності всіх груп кормів, що з одного боку можна розглядати як небажаний фактор, що зменшує надходження кормового протеїну в дуоденум, а з іншого – як позитивний, оскільки розпад супроводжувався ефективним мікробним синтезом і вірогідним збільшенням надходження мікробного азоту у кишечник. Отримані дані дають змогу з'ясувати, що при використанні в годівлі досліджуваного полімеру збільшувалося, в порівнянні з контрольним раціоном, перетравлення сирого протеїну із сіна і силосу, а не з комбікорму, що, очевидно, можна розглядати як фактор, який зберігає коштовний сирий протеїн концентрованих зернових кормів. Застосування монтморилоніту як кормової добавки не справило значного впливу на процес перетравлення сирого протеїну в рубці. Однак на раціоні з монтморилонітом був отрима-



ний дещо вищий показник перетравності сирого протеїну при інкубації силосу.

На думку багатьох дослідників мікробний білок має високу поживну цінність, яка значною мірою визначається наявністю у його складі всіх замісних та незамінних амінокислот. Очевидно, що за наявності концентрованих зернових кормів невисокої якості, незбалансованості раціонів може бути вигідніше та раціональніше не запобігати перетравленню цих кормів, а збільшити синтез мікробного білка, що має високу біологічну цінність. При розробці

цього напрямку можна рекомендувати застосування бурякового жому, оскільки його вплив на вищезгадані процеси в нашому експерименті був очевидним. Однак його практичне використання у годівлі корів вимагає подальших досліджень на різних раціонах, у поєднанні з різними кормами та особливо концентратами, з урахуванням впливу на молочну продуктивність та якість молочної продукції.

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведених досліджень встановлено вплив різних сорбентів з певною структурою на інтенсивність метаболізму у рубці при включенні амонійного азоту до складу мікробіального сирого протеїну.
2. На раціоні з монтморилонітом вірогідних та значних змін травлення сухої речовини та сирого протеїну окремих компонентів раціону встановлено не було. При внесенні в раціон полімеру перетравність сухої речовини та сирого протеїну сіна була вища за цей показник на контрольному раціоні і складала відповідно 45.5 ± 0.21 % ($p < 0.05$) та 40.7 ± 2.41 % ($p < 0.01$). Істотних змін перетравності сухої речовини та сирого протеїну комбікорму на раціоні з полімером не встановлено. Такі показники сіна на раціоні з жомом склали 48.09 ± 2.43 % і 42.7 ± 2.11 % ($p < 0.01$), що вище за контрольні на 14.8 % і 38.6 % відповідно. При цьому було виявлено

тенденцію до підвищення перетравності сухої речовини та сирого протеїну силосу – на 16.8 % та 7.7 %, а також цих показників комбікорму – на 14.4 % та 12.1 %.

3. Перетравність у рубці сухої та органічної речовини, сирого протеїну на раціонах з монтморилонітом та полімером мали тенденцію до зниження, однак наявні відмінності були невірогідні. Перетравність практично всіх поживних речовин на раціоні з жомом була вища, ніж на контрольному раціоні: сухої речовини – на 4.1 % ($p < 0.05$), органічної речовини – на 5.5 %, сирого протеїну – на 4.4 %, безазотистих екстрактивних речовин – на 7.5 %, при цьому спостерігалася краща перетравність сирого клітковини на 8.2 % ($p < 0.01$). Зниження кількості та перетравності сирого жиру невірогідне, проте було значним – на 26.8 % та на 8.5 %.

REFERENCES

1. Aleksandrov V.V., Palamarchuk A.V., (2000) Enterosorption – a method of efferent therapy in veterinary medicine. Proceedings of the 54th scientific conference of young scientists and students. St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 9–10 (In Russian).
2. Amanzougarene Z, Fondevila M., (2022). Rumens Fermentation of Feed Mixtures Supplemented with Clay Minerals in a Semicontinuous In Vitro System. *Animals* 12(3):345. doi: 10.3390/ani12030345.
3. Andryuk G.I., (1977) Some indices of nitrogen metabolism in cows during lactation (Abstract of the PD thesis). (In Russian).
4. Antonov V.K., Specificity and mechanism of action of proteolytic enzymes. *Bioorganic Chemistry*, 6 (6): 805–839 (In Russian).
5. Belyakov N.A., (1994) Alternative medicine: non-drug methods of treatment. *Arkhangelsk*, 462 (In Russian).
6. Davidova E.G., Rachinskaya V.V., (1997) Sorption of proteins on ion-exchange celluloses. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 3 (3): 341–345 (In Russian).
7. Dudkin M.S., ShChelkunov L.F., (1998) Dietary fibers and new food products (review). *Nutrition Issues*, 2: 35 – 41 (In Russian).

8. Elghandour M.M.Y., Khusro A., Adegbeye M.J., Tan Z., Abu Hafsa S.H., Greiner R., Ugbogu E.A., Anele, U.Y., Salem A.Z.M., (2020). Dynamic role of single-celled fungi in ruminal microbial ecology and activities. *J Appl Microbiol*, 128(4):950-965. doi: 10.1111/jam.14427.
9. Goetsch A.D., Owens F.N., Brown B.E., (1985) Sarsaponin level and digestion with high concentrate diets. Misc. publ., Oklahoma state univ. Agr. Experiment station, 117: 303–305.
10. Grabovenskiy I.I., Kalachnyuk G.I., (1984) Ceolity i bentonity v zhyvotnovodstve [Zeolites and bentonites in animal husbandry]. Uzhgorod, Karpaty, 71.
11. Grudina N.V., Lukhovitsky V.I., Aleksakhin R.M., Grudin N.S., Kalnitsky B.D., Solovyov A.M., (2005) Increasing the efficiency of highly concentrated protein feeds by using preservatives that reduce protein breakdown in the rumen. Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 2: 33-35 (In Russian).
12. Grudina N.V., Lukhovitsky V.I., Aleksakhin R.M., Grudin N.S., Kalnitsky B.D., Soloviev A.M., (2006). Mechanism of the "protective" effect of high-molecular water-soluble polymers on the decomposition of feed proteins in the rumen of ruminants. Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 1: 34–36. (In Russian).
13. Grudina N.V., Ratnikov A.N., Lukhovitsky V.I., Soloviev A.M., Zhukov I.V., (1999) Study of the influence of a polymer additive on the organism of cattle. Obninsk, 176–177 (In Russian).
14. Grigoriev N.G., Volkov N.P., Vorobyov E.S. et al., (1989). Biological value of feed. Moscow, Agropromizdat, 287 (In Russian).
15. Kharitonov, E.L., (2004) Physiological substantiation of optimal ratios of substrates in the composition of exchange energy for dairy cows. Proceedings of the All-Russian Research Institute of Phytosanitary and Biochemical Problems. Borovsk, 43: 83–92 (in Russian).
16. Ipharraguerre I.R., Clark J.H., Freeman D.E., (2005). Rumen fermentation and intestinal supply of nutrients in dairy cows fed rumen-protected soy products *J. Dairy Sci.*, 88 (8): 2879–2892. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72969-6.
17. Ipharraguerre I. R., Clark J. H., Freeman D.E., (2005). Varying protein and starch in the diet of dairy cows. I. Effects on ruminal fermentation and intestinal supply of nutrients. *J Dairy Sci.*; 88(7): 2537-55. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72931-3.
18. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., ShCheglov V.V., Kleymenov N.I., (2003) Norms and rations for feeding farm animals [3rd ed. and add.]. Moscow, 456 (In Russian).
19. Korhonen M., Vanhatalo A., Huhtanen P., (2020) Effect of protein source on amino acid supply, milk production, and metabolism of plasma nutrients in dairy cows fed grass silage. *J Dairy Sci.*; 85(12): 3336-51. doi: 10.3168/jds.S00220302(02)74422-6.
20. Kurilov N.V., Sevastyanov N.A., Korshunov V.N., Materikin A.M., Semina N.N., Turchinsky V.V. et al., (1987) Study of digestion in ruminants / Guidelines. Borovsk, 194 (in Russian).
21. Lakin G.F., (1990) Biometrics. M., Higher school, 352 p. (In Russian).
22. Ovsyannikov, A. I., (1976) Fundamentals of experimental work in animal husbandry. M., Kolos, 303 (In Russian).
23. Petrikovic P. Pajtas M. (1985) Vplyv fyzikalneg formy jadrovych krmiv na dynamiky travenia zivin dojnicami. *Zivocisna Vyroba*, 30(4): 315–322.
24. Phillips T.D., Wang M., Elmore S.E., Hearon S., Wang J.S., (2019) NovaSil clay for the protection of humans and animals from aflatoxins and other contaminants. *Clays Clay Miner.* 67(1): 99-110. doi: 10.1007/s42860-019-0008-x/
25. Podobed L.I. Are zeolites and other natural minerals useful in diets and compound feeds for farm animals and poultry? Available at: http://podobed.org/are_zeolites_and_other_natural_minerals_useful.html.
26. Rudenko, E.V. Shapovalov S. O., Varchuk S. S., Dolgaya M. M., Ionov I. A., Borysenko V. G., (2010) Scientific and methodological foundations of fodder monitoring. Kharkiv: Institute of Animal Husbandry of the Ukrainian Academy of Sciences (in Ukrainian).
27. Savchenkov M.F., Tkachev P.G., Lhova I.P., (1998) Zeolites of Russia (medical-biological, hygienic and economic aspects). Irkutsk, Irkutsk University Publishing House, 257. (in Russian).
28. Sliwiński BJ, Kreuzer M, Wettstein HR, Machmüller A., (2002) Rumen fermentation and nitrogen balance of lambs fed diets containing plant extracts rich in tannins and saponins, and associated emissions of nitrogen and methane. *Arch Tierernahr.* 56(6):379-92. doi: 10.1080/00039420215633.
29. Sipos P., Peles F., Brassó D., Béri B., Pusztahelyi T., Pócs I., Gyóri Z. (2021) Physical and Chemical Methods for Reduction in Aflatoxin Content of Feed and Food. *Toxins (Basel)*, 13(3), 204. doi: 10.3390/toxins13030204.
30. Tarakanov B.V., Dolgov I.A., Nikolycheva T.A. (1997). Study of pre-gastric microflora in ruminants: methodical instructions. Borovsk, 91 (in Russian).
31. Thomas F., Andreux F., Bottero J.-Y. (1984) Adsorption de molecules organiques azotes sur les systems kaolin-hydroxydes metalliques: un modele d'interaction entre substances humiques et surfaces minerales des sols. *Bull. Assn Franc., Etude Sol*, 3: 187–198.
32. Tryshin A.K., Rudenko E.V., Podobed L.I. (2017). From a healthy calf to a highly productive cow /



Educational and practical book of animal husbandry, Kharkiv: IZH NAANU, 250 (in Russian).

Animal Husbandry and Veterinary Medicine: A Handbook. Lviv, Spolom, 764 (in Ukrainian).

33. Vlizlo V.V., Fedoruk R.S., Ratych I.B. and others. (2012) Laboratory Research Methods in Biology,

UDC 633/635;636.2.085

IMPACT OF SORBENT STRUCTURE ON REGULATING OPTIMAL NITROGEN EXCHANGE IN THE RUMEN

Tetyana Yeletska, Nataliya Rusko, Nataliya Lyashenko

The influence of various sorbents (montmorillonite, polymer, and pulp) on protein digestibility in the rumen was investigated under physiological conditions using black and spotted breed heifers fitted with rumen fistulas. A relationship between the structure of the sorbents and the intensity of metabolism in the rumen, as well as the incorporation of ammonium nitrogen into microbial crude protein, was established. No significant changes in the digestibility of dry matter and crude protein of specific ration components were observed with montmorillonite. In contrast, the ration with polymer exhibited higher digestibility of dry matter and crude protein in hay compared to the control ration, with values of $45.5 \pm 0.21\%$ ($p < 0.05$) and $40.7 \pm 2.41\%$ ($p < 0.01$), respectively. For the pulp ration, these digestibility values were $48.09 \pm 2.43\%$ and $42.7 \pm 2.11\%$ ($p < 0.01$), surpassing the control values by 14.8% and 38.6%, respectively. Additionally, there was a noted tendency for increased dry matter and crude protein digestibility in silage—by 16.8% and 7.7%—and in compound feed—by 14.4% and 12.1%. However, the digestibility of dry and organic matter, as well as crude protein, tended to decrease in rations with montmorillonite and polymer. Conversely, the digestibility of nearly all nutrients in the pulp ration was higher than in the control, with increases of 4.1% ($p < 0.05$) for dry matter, 5.5% for organic matter, 4.4% for crude protein, 7.5% for nitrogen-free extractives, and 8.2% ($p < 0.01$) for crude fiber. While the decrease in crude fat digestibility was not statistically significant, it was notable at 8.5%. In conclusion, the sorbents examined can be incorporated into cow rations without adversely affecting metabolic processes in the rumen. Montmorillonite helps maintain favorable conditions for microbial activity, enhances microbial synthesis efficiency, while slightly reducing crude protein digestibility in the rumen, which may increase the availability of crude protein to the intestines. The polymer appears to enhance the breakdown of dry matter and crude protein from roughage and juicy feed, along with an increase in microbial synthesis efficiency. In scenarios involving low-quality concentrated grain feeds or unbalanced rations, using dry beet pulp may not only mitigate protein breakdown in these feeds but also enhance microbial protein synthesis, which has high biological value, by improving crude fiber digestibility and significantly boosting microbial synthesis in the rumen.

Key words: *cattle, rumen, digestion, microbial synthesis, sorbents*