DOI: https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(67)-1-18
УДК 577.12:636.086
А. В. ШЕЛЕВАЧ, кандидат сільськогосподарських наук
Й. Ф. РІВІС, доктор сільськогосподарських наук
Н. М. ФЕДАК, кандидат біологічних наук
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл., 81115, e-mail: 1059@i.ua

ЗМІНИ РІВНЯ ПОЛІЄНОВИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ПЛАЗМІ КРОВІ ТА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ РЕМОНТНИХ ТЕЛИЦЬ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ОЛІЙНИХ ДОБАВОК У РАЦІОНІ

Вивчено особливості фізіолого-біохімічних закономірностей конверсії і трансформації есенціальних біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 за включення в раціони ремонтних телиць ріпакової олії у складі комбікорму.

Встановлено, що кількість жирних кислот родин омега-3 та омега-6, які входять до складу раціонів піддослідних тварин, може значно різнитися за відсутності їх балансування. Зокрема, вміст жирних кислот родини омега-3 (ліноленової) в раціоні телиць коливався від 112,6 г у 12-місячних тварин до 127,9 г у 15-місячних, а рівень жирних кислот родини омега-6 (лінолевої) – відповідно від 129,1 до 117,5 г. Внаслідок додавання до раціону телиць дослідної групи ріпакової олії кількість жирних кислот родини омега-3 в ньому збільшується на 4,7–12,5 %, а жирних кислот родини омега-6 – на 6,0–8,9 %.

Показано, що внаслідок введення до складу раціону згаданої вище жирової добавки та синтетичної сполуки доксан у плазмі крові ремонтних телиць дослідної групи порівняно з контролем протягом усього періоду наукового експерименту за рахунок інтенсивнішої ретенції, конверсії і трансформації жирних кислот у більш ненасичені похідні в травному каналі зростає вміст есенціальних біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 (ліноленової, ейкозапентаєної, докозатриєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової) і омега-6 (лінолевої, ейкозадиєної, ейкозатриєної, ейкозатетраєнової-арахідонової, докозадиєнової та докозатетраєнової).

Показано також, що додаткове згодовування ріпакової олії ремонтним телицям 12–15-місячного віку приводить до зростання біологічної (з боку попередників біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 – відповідно ліноленової та лінолевої кислот) та енергетичної (за рахунок додавання рослинного жиру) цінності раціону ремонтних телиць.

Вивчено позитивний вплив цього кормового аддитиву на інтенсивість росту ремонтних телиць у вказаний віковий період і встановлено, що введення ріпакової олії та синтетичної сполуки доксан до кормів внаслідок зростання

біологічної та енергетичної їх цінності приводить до підвищення енергії росту ремонтних телиць 12–15-місячного віку. Зокрема, вже починаючи з 14-місячного віку, телиці дослідної групи порівняно з ровесницями контрольної групи мали достовірно вищу масу тіла, а у віці 15 міс. за цим показником на 4,6 % переважали тварин контрольної групи.

Базуючись на новій інформації, отриманій у ході проведення наукового експерименту, можна буде розробляти більш оптимальні, збалансовані за вмістом есенціальних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6, раціони ремонтних телиць у вказаний віковий період.

Ключові слова: ремонтні телиці, ріпакова олія, кров, біологічно активні поліненасичені жирні кислоти родин омега-3 і омега-6, інтенсивість росту.

Shelevach A., Rivis I., Fedak N. The changes of polyenic fatty acids level in the blood plasma and productive qualities of repair heifers for the use of oil additives in the ration

The peculiarities of physiological and biochemical regularities of conversion and transformation of essential biologically active polyunsaturated fatty acids of omega-3 and omega-6 families under the condition of inclusion in their diets rapeseed oil as the compound of concentrate fodder were studied.

It has been found that the amount of fatty acids of the omega-3 and omega-6 families that are included in the diets of the tested heifers can vary significantly in the absence of their balancing. In particular, the content of fatty acids of omega-3 family (linolenic) in the diet of heifers ranged from 112,6 g in 12-month-old animals to 127,9 g in 15-month-olds, and the level of omega-6 family fatty acids (linoleic) – respectively from 129,1 to 117,5 g. As a result of adding rapeseed oil to the diet of the experimental group heifers, the amount of omega-3 family fatty acids in it increases by 4,7–12,5 %, and fatty acids of omega-6 family – by 6,0–8,9 %.

It was shown, that as a result of introduction into the diet mentioned above fat additive and the synthetic compound doxan in the blood plasma of repair heifers in research group, comparing to animals of control group, during the whole scientific experiment, due to greater retention, conversion and transformation of the fatty acids into more unsaturated derivatives in digestive canal, increases the content of essential biologically active polyunsaturated fatty acids of the omega-3 (linolenic, eicosapentaenic, docosatrienic, docosapentaenic and docosahexaenic) and omega-6 (linoleic, eicosadienic, eicosatrienic, eicosatetraenic-arachidonic, docosdienic and docosatetraaenic) families.

It was also shown that supplementary feeding of rapeseed oil to the repair heifers of 12–15 months of age leads to an increase in the biological (by the predecessors of biologically active polyunsaturated fatty acids of the omega-3 and omega-6 families – respectively linolenic and linoleic acids) and energetic (due to the addition of vegetable fat) value of the repair heifers diet.

The positive effect of this feed additive on the intensity of repair heifers growth in the specified age period was investigated and it was established that introduction of rapeseed oil and synthetic compound doxan into feeds due to their biological and energetic value increase leads to growth energy increase of 12–15

months old repair heifers. In particular, from the age of 14 months, heifers of the experimental group compared with their peers from the control group, had significantly higher body mass, and at the age of 15 months, heifers of the experimental group almost for 4,6 % were dominated over animals of the control group by mass.

Based on a new information, retrieved in this scientific experiment, it is possible to develop more optimal, balanced in content of essential polyunsaturated fatty acids of omega-3 and omega-6 families, feeding rations for repair heifers in the specified age.

Key words: repair heifers, rapeseed oil, blood, biologically active polyunsaturated fatty acids of the omega-3 and omega-6 families, growth intensivity.

Вступ. Незамінні поліненасичені жирні кислоти родин омега-3 і омега-6 забезпечують функціональну активність плазматичних і клітинних мембран та є попередниками низки біологічно активних речовин (простагландинів, тромбоксанів, лейкотрієнів), які впливають на інтенсивність обмінних процесів в організмі та продуктивні ознаки тварин. Тому поліненасичені жирні кислоти родин омега-3 і омега-6 обов'язково мають бути в раціоні тварин у достатній кількості. Однак до цього часу не встановлено ту їх концентрацію, яка б забезпечувала високу інтенсивність обмінних процесів в організмі і відповідно вищі прирости у ремонтних телиць віком 12–15 місяців.

За нашими попередніми даними [5], вміст біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 у кормах є недостатній, тому їх потрібно додатково вводити до раціону тварин. Велика їх концентрація є у складі рослинних жирів, зокрема ріпакової олії. Тому встановлення впливу жирних кислот, які входять до складу ріпакової олії, на інтенсивність конверсії й ретенції в організмі та продуктивні ознаки телиць заслуговує на увагу.

На теперішній час фізіолого-біохімічні закономірності конверсії й ретенції окремих поживних речовин, які містяться у ріпаковій олії, а саме біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6, в організмі ремонтних телиць 12–15-місячного віку вивчено фрагментарно [1, 3–5, 9–12]. Окремими дослідженнями показано, що включення жирових добавок у склад раціону молодняку великої рогатої худоби може впливати на інтенсивність обміну деяких фракцій жирних кислот в організмі [18, 22, 26, 28]. Для балансування раціонів ремонтних телиць часто застосовують жири тваринного походження [13–15], як захищені різними способами від біогідрогенізації та дегідратації мікроорганізмами рубця [19–21], так і незахищені [12, 17], які, проте, можуть негативно впливати на процеси травлення у рубці, в інших відділах складного шлунка жуйних тварин,

а також у подальших компартментах їх шлунково-кишкового тракту [23–25].

Також у літературі відсутня достовірна інформація щодо впливу біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6, які містяться у ріпаковій олії, на ріст ремонтних телиць 12–15-місячного віку [2, 27, 10, 30].

Разом з тим дослідження вмісту в раціоні біологічно активних поліненасичених жирних кислот ріпакової олії родин омега-3 і омега-6 та закономірностей їх конверсії й ретенції в організмі великої рогатої худоби, встановлення їх впливу на інтенсивність росту ремонтних телиць 12–15-місячного віку є актуальними та мають наукове і практичне значення [16, 29].

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше встановлено оптимальну кількість біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 у раціоні, яка забезпечує високий рівень конверсії й ретенції окремих поживних речовин корму в організмі та сприяє підвищенню інтенсивності росту ремонтних телиць 12–15-місячного віку.

Виходячи з цього, метою досліджень було вивчення особливостей конверсії і трансформації незамінних омега-3 і омега-6 жирних кислот в організмі, зокрема їх впливу на інтенсивність росту ремонтних телиць 12–15-місячного віку при застосуванні у раціонах ріпакової олії.

Матеріали і методи. Дослідження проведено в ДП ДГ "Радехівське" Радехівського району Львівської області на 2 групах ремонтних телиць 12–15-місячного віку української чорно-рябої молочної породи в кількості 20 голів з використанням методичних підходів, які застосовують у міжнародній практиці відповідно до вимог ISO 17025, а також згідно з загальноприйнятими методиками груп-аналогів на клінічно здорових тваринах. Піддослідні групи тварин було сформовано з урахуванням віку та маси тіла. Для енергетичної та біологічної оцінки відібраного матеріалу (кормів і плазми крові тварин) використано сучасні біохімічні методи досліджень (рефрактометрія, фотоколориметрія, газо-рідинна хроматографія). Під час проведення досліду визначали хімічний склад кормів за загальноприйнятими методиками [7]. Схему досліду представлено в табл. 1.

1. Схема досліду

Група	Кількість тварин	Характер годівлі
Контроль	10	Основний раціон (ОР)
Дослід	10	ОР + ріпакова олія (0,3 мл/кг маси тіла) + доксан (1 мг/кг маси тіла)

Облік маси тіла ремонтних телиць здійснювали шляхом контрольних зважувань щомісяця на амбарних вагах. Починаючи з 12 і до 15-місячного віку, ремонтним телицям контрольної і дослідної групи згодовували корми основного раціону (їх склад представлено у табл. 2), який балансували за деталізованими нормами [9].

2. Склад кормів основного раціону ремонтних телиць віком 12–15 місяців (кг/гол./добу)

Корми	Вік тварин (12–15 міс.)
Сіно бобово-злакових трав	3,0
Силос кукурудзяний	14,0
Кормові коренеплоди	7,0
Комбікорм	1,2
Макуха соняшникова	0,3
Обезфторений фосфат, г	25,0
Січка соломи вівса	1,5
Зелені корми	5,5
У раціоні міститься: кормових одиниць	5,95
перетравного протеїну, г	621
обмінної енергії, МДж	81,6
сухої речовини, кг	8,1
клітковини, г	1963
цукру, г	565
кальцію, г	50,6
фосфору, г	31,6
каротину, мг	353

Тваринам дослідної групи додатково в склад комбікорму вводили малоерукову ріпакову олію в кількості 0,3 мл/кг маси тіла/голову/добу. Сорт ріпаку озимого Тисменицький. Для зменшення інтенсивності біогідрогенізації ненасичених жирних кислот у комбікорм телиць дослідної групи вводили синтетичну сполуку доксан у кількості 1 мг/кг маси тіла [6]. Його діючими речовинами є

додецилсульфат натрію та синтетичний катіонний кополімер вінілпіролідон, які при взаємодії у водному середовищі утворюють поліелектролітний комплекс. Завдяки специфіці будови цей полікомплекс при введенні в організм тварин з кормом або питною водою проявляє власну біологічну активність: його вуглеводний ланцюг володіє вищою, ніж жирні кислоти, адгезією до поверхні клітинних мембран бактерій, тому останні в першу чергу зв'язуються з доксаном, а не з жирними кислотами, що дає їм змогу в більшій кількості проходити в наступні компартменти шлунково-кишкового тракту і відповідно інтенсивніше засвоюватися в організмі.

Щомісячно проводили контрольні зважування піддослідних ремонтних телиць і з яремної вени від 5 тварин із кожної групи відбирали зразки крові для лабораторних досліджень. У плазмі крові методом газо-рідинної хроматографії визначали вміст біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 [5].

Біометричну обробку отриманого цифрового матеріалу проводили методом варіаційної статистики за М. О. Плохінським, враховуючи критерій Стьюдента [8]. Для оцінки достовірності отриманих результатів – середніх арифметичних величин (M), похибки середнього арифметичного (± m) та вірогідності різниць між досліджуваними середньоарифметичними величинами (P) використано стандартні комп'ютерні математично-статистичні програми, зокрема Microsoft Excel. Зміни вважали вірогідними за $P<0,05$.

Результати та обговорення. При визначенні жирнокислотного складу ріпакової олії, яку вводили до раціону ремонтних телиць дослідної групи, ми встановили, що у її складі містяться родоначальниці біологічно активних незамінних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 (ліноленова) і омега-6 (лінолева), які в організмі тварини є попередниками більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот, а саме: ейкозапентаєнової, докозатриєнової, докозапентаєнової і докозагексаєнової та ейкозадиєнової, ейкозатриєнової, ейкозатетраєнової-арахідонової, докозадиєнової і докозатетраєнової (табл. 3).

3. Жирнокислотний склад ріпакової олії, %

Жирні кислоти та їх код	Вміст в олії
1	2
Капринова, 10:0	1,0
Лауринова, 12:0	2,1
Міристинова, 14:0	3,1
Пентадеканова, 15:0	4,5

1	2
Пальмітинова, 16:0	11,0
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,1
Стеаринова, 18:0	9,2
Олеїнова, 18:1	36,1
Лінолева, 18:2	18,9
Ліноленова, 18:3	11,4
Арахінова, 20:0	0,2
Ейкозаєнова, 20:1	0,2
Ерукова, 22:1	1,2

У ході виконання роботи було встановлено кількість жирних кислот родин омега-3 та омега-6, які входять до складу раціонів піддослідних ремонтних телиць. Зокрема, вміст жирних кислот родини омега-3 (ліноленової) в раціоні телиць коливався від 112,6 г у 12-місячних тварин до 127,9 г у 15-місячних, а жирних кислот родини омега-6 (лінолевої) – відповідно від 129,1 до 117,5 г. Внаслідок додавання до раціону телиць дослідної групи ріпакової олії кількість жирних кислот родини омега-3 в ньому збільшилася на 4,7–12,5 %, а жирних кислот родини омега-6 – на 6,0–8,9 % (табл. 4).

4. Кількість поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 у раціоні ремонтних телиць, г

Вік, міс.	Контрольна група		Дослідна група	
	Родини жирних кислот			
	омега-3	омега-6	омега-3	омега-6
12	112,6±4,9	129,1±4,35	126,2±3,4	139,4±4,73
13	113,3±4,27	122,9±4,65	125,8±3,62*	133,9±3,7*
14	124,5±3,88	122,5±3,58	133±4,01*	131,8±4,16*
15	127,9±4,59	117,5±3,37	133,5±3,51*	125,7±3,34*

Примітка: тут і далі * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$.

Внаслідок введення ріпакової олії та синтетичної сполуки доксан до раціону телиць дослідної групи порівняно з контролем в їх плазмі крові у вказаний віковий період за рахунок інтенсивнішої трансформації біологічно активних поліненасичених жирних кислот достовірно збільшилася концентрація жирних кислот родин омега-3 (ліноленової) і омега-6 (лінолевої) (табл 5).

5. Концентрація жирних кислот родин омега-3 і омега-6 у плазмі крові піддослідних ремонтних телиць (M ± m, n = 5), г·10^{-3}/л

Вік, міс.	Контрольна група		Дослідна група	
	Родини жирних кислот			
	омега-3	омега-6	омега-3	омега-6
12	121,7±4,08	686,2±23,31	134,3±0,94*	745,6±2,3*
13	121,2±3,83	685,6±24,59	134,6±1,28*	755,2±4,52*
14	127±3,73	677,9±20,9	140,4±1,49*	735±3,3*
15	131,4±3,82	683,3±23,17	147,2±2,02**	746,6±3,06*

Підвищення біологічної та енергетичної цінності раціону телиць дослідної групи (за рахунок додавання ріпакової олії) порівняно з тваринами контрольної групи привело до зростання енергії їх росту (табл. 6).

6. Динаміка маси тіла піддослідних ремонтних телиць (M ± m, n = 10), кг

Вік телиць, міс.	Контрольна група	Дослідна група
12	279±1,92	278±1,98
13	298,3±2,79	303,1±2,75
14	311±3,51	320,7±3,34*
15	323,1±3,21	338,5±3,31*

Зокрема, як видно з наведеної таблиці, вже починаючи з 14-місячного віку, телиці дослідної групи порівняно з їх ровесницями з контрольної групи мали достовірно вищу масу тіла і у віці 15 міс. за цим показником на 4,6 % переважали тварин контрольної групи.

Таким чином, внаслідок введення ріпакової олії та синтетичної сполуки доксан до раціону телиць в їх плазмі крові у 12–15-місячному віці за рахунок інтенсивнішої трансформації зростає вміст біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 (ліноленової, ейкозапентаєнової, докозатриєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової) і омега-6 (лінолевої, ейкозадиєнової, ейкозатриєнової, ейкозатетраєнової-арахідонової, докозадиєнової та докозатетраєнової). Завдяки цьому, а також підвищенню біологічної та зростанню енергетичної цінності раціону ремонтних телиць дослідної групи за рахунок додавання ріпакової олії порівняно з тваринами контрольної групи підвищується інтенсивність росту згадуваних телиць. Так, починаючи вже з 14-місячного віку, ремонтні телиці

дослідної групи порівняно з їх ровесницями з контрольної групи мали вірогідно вищу масу тіла (табл. 6).

Отже, проведеними дослідженнями вперше встановлено оптимальну кількість біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 у раціоні, яка забезпечує високий рівень конверсії й ретенції окремих поживних речовин корму в організмі та сприяє підвищенню інтенсивності росту ремонтних телиць 12–15-місячного віку.

Висновки

1. Введення ріпакової олії та синтетичної сполуки доксан приводить до зростання біологічної (з боку родональниць біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 і омега-6 – відповідно ліноленової на 15,3 % та лінолевої – на 17,4 %) та енергетичної цінності раціону ремонтних телиць.

2. Внаслідок додавання ріпакової олії та синтетичної сполуки доксан до раціону в плазмі крові ремонтних телиць у віці 12 міс. за рахунок інтенсивнішої трансформації незамінних поліненасичених жирних кислот – ліноленової та лінолевої – збільшується концентрація біологічно активних поліненасичених жирних кислот родин омега-3 на 14,9 % і омега-6 – на 15,3 %.

3. Введення ріпакової олії та синтетичної сполуки доксан до раціону внаслідок підвищення біологічної та енергетичної цінності останнього приводить до зростання маси тіла ремонтних телиць у віці 12–15 міс. на 4,6 % порівняно з контролем.

Список використаної літератури

1. Алієв А. А. Досягнення фізіології травлення сільськогосподарських тварин в XX столітті. Київ, 2011. 264 с.

2. Десятов О. А., Пыхтина Л. А., Чернышкова Е. В. Морфо-биохимический статус крови высокопродуктивных коров при использовании кормовых добавок омега-3-актив и полисол-омега-3 : метод. пособие. Москва, 2015. 116 с.

3. Еримбет К. Т. Метаболизм белков у ремонтных телок и факторы его регуляции : автореф. дис. на соискание науч. степени д-ра биол. наук : спец. 03.00.04 “Биохимия”, спец. 03.00.13 “Физиология человека и животных”. Боровск, 2008. 48 с.

4. Казачкова Н. М., Мещеряков А. Г. Переваримость питательных веществ

References

1. Aliev A. A. Achievements of digestive physiology of agricultural animals in XX century. Kyiv, 2011. 264 p.

2. Desiatov O. A., Pykhtina L. A., Chernyshkova E. V. Morpho-biochemical blood status of high-productive cows by using feed additives omega-3-active and polisol-omega-3 : metod. manual. Moscow, 2015. 116 p.

3. Erimbet K. T. The metabolism of proteins in repair heifers and its regulation factors : autoref. dis. for obtaining sci. degree of biology doctor : spec. 03.00.04 “Biochemistry”, spec. 03.00.13 “Physiology of human and animals”. Borovsk, 2008. 48 c.

4. Kazachkova N. M., Meshcheriakov A. G. Digestability of useful substances of rations in repair heifers, which were fed

рационов у ремонтных телок, получавших комбикорма с сахаросодержащими компонентами *Бюл. Всерос. НИИ мясного скотоводства РАСХН*. 2010. Вып. 17. С. 178–194.

5. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : посібник / Й. Ф. Рівіс та ін. Вид. 2-ге, уточн. та доп. Львів, 2017. 160 с.

6. Комплексы полиэлектролитов с электростатически комплементарными поверхностно-активными веществами / И. А. Новаков и др. *Известия Волгоградского государственного технического университета*. 2005. Вып. 2, № 1. С. 1–16.

7. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізло і ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.

8. Лопач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Використання статистичних методів у медичних та біологічних дослідженнях. Київ, 2014. 441 с.

9. Подготовка кормов к скармливанию : метод. рек. / Н. Н. Хазипов и др. *Бюл. Казанского НИИ кормовых добавок*. 2016. Вып. 74. С. 178–184.

10. Соколов С. И. Эффективность применения азотсодержащих реагентов при заготовке сена повышенной влажности и использовании его в рационе телок : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.02.02. “Кормление животных и технология кормов”. Дубровицы, 2014. 21 с.

11. Убушаев Б. С., Мороз Н. Н. Влияние комплекса азотосодержащих минеральных веществ на рост массы тела и развитие ремонтных телок. *Международный научно-исследовательский журнал : сельскохозяйственные науки*. 2010. № 2 (44), ч. 2 (11). С. 165–173.

12. Ярошко М. Роль протеина в рационе молочного скота. *Бюл. Всерос. науч.-исслед. ин-та мясного скотоводства РАСХН*. 2014. Вып. 17. С. 95–101.

concentrates with sacharose-containing components. *Byul. Vseros. NII myasnogo skotovodstva RASHN*. 2010. Vol. 17. P. 178–194.

5. Quantitative chromatografic methods of particular lipids and fatty acids determination in biological material : manual / J. F. Rivis et al. 2-nd redaction, precised and with addition. Lviv, 2017. 160 p.

6. Polyelektrolyte complexes with elektrostatically complementary surfactants / I. A. Novakov et al. *Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta*. 2005. Vol. 2, No 1. P. 1–16.

7. Laboratory methods of research in biology, animal sciences and veterinary medicine : manual / V. V. Vlizlo et al. ; edited by V. V. Vlizlo. Lviv, 2012. 759 p.

8. Lopach S. N., Chubenko A. V., Babych P. N. Statistical metods in medical and biological researches. Kyiv, 2011. 408 p.

9. Feeds processing before feeding : metod. manual / Hazipov N. N. et al. *Bjul. Kazanskogo NII kormovyh dobavok*. 2016. Vol. 74. P. 178–184.

10. Sokolov S. I. The effectivity of using nitrogen-containing reagents by preparing of high humidity hay and using it in the heifers rations : autoref. dis. for obtaining sci. degree of cand. in agriculture : spec. 06.02.02. “Feeding of animals and feed technology”. Dubrovicy, 2014. 21 p.

11. Ubushaev B. S., Moroz N. N. The influence of complex of nitrogen-containing mineral substances on the body mass growth and development of repair heifers. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal : sel'skohozjajstvennye nauki*. 2010. No 2 (44), part 2 (11). P. 165–173.

12. Yaroshko M. The role of protein in the ration of milk cattle. *Byul. Vseros. NII myasnogo skotovodstva RASHN*. 2014. Vol. 17. P. 95–101.

13. Bhat S., Wallace R., Orskov E. Study of the relation between straw quality and its colonization by rumen microorganisms. *J. of Agricultural Sci.* 2010. Vol. 110. P. 561–565.

13. Bhat S., Wallace R., Orskov E. Study of the relation between straw quality and its colonization by rumen microorganisms. *J. of Agricultural Sci.* 2010. V. 110. P. 561–565.

14. Brown W. F., Kunkle W. E. Improving the Feeding Value of Hay by Anhydrous Ammonia Treatment. *Anim. Sci*. 2008. V. 12. P. 1–17.

15. Chalupa W. Degradation of amino acids by the mixed rumen microbial population. *J. Anim. Sci*. 2007. V. 43. P. 828–834.

16. Chaplin R. Experiments in straw handling. *J. Agric. Sci*. 2007. V. 178. P. 11–30.

17. Cunningham F., Fung D., Hunt M. Supplementation of Ammoniated Wheat Straw in Wintering Diets of Gestating Beef Cows. *Agric. Experimental.* 2007. V. 19. P. 116.

18. Demeyer D., van Nevel C. Influence of substrate and microbial interaction on rumen microbial growth. *Reprod. Nutr. Dev*. 2007. V. 26. P. 161–179.

19. Doig B. Beef Cow Rations and Winter Feeding Guidelines. *Saskatchevan Agriculture*. 2008. V. 82. P. 73–78.

20. Febel H., Fekete S. Factors influencing microbial growth and the efficiency of microbial protein synthesis. *Acta Vet. Hung*. 2007. V. 44 (1). P. 39–56.

21. Floren A. The mechanism of microbial protein usage by the ruminants and its influence on digestivity. *J. Nutr*. 2018. V. 344 (1). P. 1173–1181.

22. Fondevila M., Dehority B. Interactions between Fibrobacter succinogenes, Prevotella ruminicola, and Ruminococcus flavefaciens in the digestion of cellulose from forages. *J. Anim. Sci*. 2011. V. 74 (3). P. 678–684.

23. Givens D. Nutritional characterisation of forages. *Grass Farmer*. 2014. V. 55. P. 10.

24. Huntington G., Zetina E., Whitt J. Effects of dietary concentrate level on nutrient absorption, liver metabolism, and urea kinetics of beef steers fed isonitrogenous and isoenergetic diets.

14. Brown W. F., Kunkle W. E. Improving the Feeding Value of Hay by Anhydrous Ammonia Treatment. *Anim. Sci.* 2008. Vol. 12. P. 1–17.

15. Chalupa W. Degradation of amino acids by the mixed rumen microbial population. *J. Anim. Sci*. 2007. Vol. 43. P. 828–834.

16. Chaplin R. Experiments in straw handling. *J. Agric. Sci*. 2007. Vol. 178. P. 11–30.

17. Cunningham F., Fung D., Hunt M. Supplementation of Ammoniated Wheat Straw in Wintering Diets of Gestating Beef Cows. *Agric. Experimental.* 2007. Vol. 19. P. 116.

18. Demeyer D., van Nevel C. Influence of substrate and microbial interaction on rumen microbial growth. *Reprod. Nutr. Dev*. 2007. Vol. 26. P. 161–179.

19. Doig B. Beef Cow Rations and Winter Feeding Guidelines. *Saskatchevan Agriculture*. 2008. Vol. 82. P. 73–78.

20. Febel H., Fekete S. Factors influencing microbial growth and the efficiency of microbial protein synthesis. *Acta Vet. Hung*. 2007. Vol. 44 (1). P. 39–56.

21. Floren A. The mechanism of microbial protein usage by the ruminants and its influence on digestivity. *J. Nutr*. 2018. Vol. 344 (1). P. 1173–1181.

22. Fondevila M., Dehority B. Interactions between Fibrobacter succinogenes, Prevotella ruminicola, and Ruminococcus flavefaciens in the digestion of cellulose from forages. *J. Anim. Sci*. 2011. Vol. 74 (3). P. 678–684.

23. Givens D. Nutritional characterisation of forages. *Grass Farmer*. 2014. Vol. 55. P. 10.

24. Huntington G., Zetina E., Whitt J. Effects of dietary concentrate level on nutrient absorption, liver metabolism, and urea kinetics of beef steers fed isonitrogenous and isoenergetic diets. *J. Anim. Sci.* 2010. Vol. 74 (4). P. 908–916.

25. Junqin C., Weimer J. Competition among three predominant ruminal cellulolytic bacteria in the absence or

J. Anim. Sci. 2010. V. 74 (4). P. 908–916.

25. Junqin C., Weimer J. Competition among three predominant ruminal cellulolytic bacteria in the absence or presence of non-cellulolytic bacteria. *Microbiology*. 2010. V. 147. P. 21–30.

26. Kumh C., Anderson O., Freunder L. Metabolism of different nitrogenous substances in the large intestine of ruminant animals and their utilization as studied by the radioactive marked urea. *Arch. Tierernahr*. 2017. V. 85 (4). P. 791–798.

27. Laerty N., Wehston M. Influence of the four different bile salts on the phospholipolysis of phosphatidylcholine and afterwards on their products. *Brit. J. of Nutr.* 2019. V. 97. P. 78–86.

28. Ludden P. A., Wechter T. L., Hess B. W. Effects of oscillating dietary protein on nutrient digestibility, nitrogen metabolism, and gastrointestinal organ mass in sheep. *J. Anim. Sci*. 2010. V. 80. P. 3021–3026.

29. Michalet-Doreau B., Fernandez I., Fonty G. Comparison of enzymatic and molecular approaches to characterize the cellulolytic microbial ecosystems of the rumen and the cecum. *J. Anim. Sci.* 2010. V. 80. P. 790–796.

30. Miron J., Ben-Ghedalia D., Morrison M. Adhesion Mechanisms of Rumen Cellulolytic Bacteria. *J. Dairy Sci.* 2010. Vol. 84. P. 1294–1309.

presence of non-cellulolytic bacteria. *Microbiology*. 2010. Vol. 147. P. 21–30.

26. Kumh C., Anderson O., Freunder L. Metabolism of different nitrogenous substances in the large intestine of ruminant animals and their utilization as studied by the radioactive marked urea. *Arch. Tierernahr*. 2017. Vol. 85 (4). P. 791–798.

27. Laerty N., Wehston M. Influence of the four different bile salts on the phospholipolysis of phosphatidylcholine and afterwards on their products. *Brit. J. of Nutr.* 2019. Vol. 97. P. 78–86.

28. Ludden P. A., Wechter T. L., Hess B. W. Effects of oscillating dietary protein on nutrient digestibility, nitrogen metabolism, and gastrointestinal organ mass in sheep. *J. Anim. Sci*. 2010. Vol. 80. P. 3021–3026.

29. Michalet-Doreau B., Fernandez I., Fonty G. Comparison of enzymatic and molecular approaches to characterize the cellulolytic microbial ecosystems of the rumen and the cecum. *J. Anim. Sci.* 2010. Vol. 80. P. 790–796.

30. Miron J., Ben-Ghedalia D., Morrison M. Adhesion Mechanisms of Rumen Cellulolytic Bacteria. *J. Dairy Sci.* 2010. Vol. 84. P. 1294–1309.

Отримано 13.12.2019