



UDC 636.612.3:636:576.8:636.2.084

THE USE OF SUBSTITUTE WHOLE MILK IN THE CORRECTION PROCESSES RUMEN
DIGESTION IN CALVES

M. Kambur¹, A. Zamazy²

Article info

Received
24.06.2020

Accepted
19.08.2020

¹ Sumy National
Agrarian
University
160,
G. Kondratieva
Str., Sumy,
40000, Ukraine

² Poltava State
Agrarian
Academy
1/3, Scovorody
Str., Poltava,
36003, Ukraine

E-mail:
kaf.anatomia@ukr.net;
ganavar@ukr.net

Kambur, M., Zamazy, A. (2020). The use of substitute whole milk in the correction processes rumen digestion in calves. Scientific Horizons, 08 (93), 158–163. doi: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-158-163.

The formation of cicatricial processes in calves is an important component of the process of growing viable animals, which we studied under the conditions of introduction into the diet of three groups of calves whole milk substitutes for three months. Correction of cicatricial digestion of calves of the early neonatal period significantly increases its parameters and affects the metabolism in animals. It was found that at the end of the equalization period the content of amylolytic, proteolytic, cellulolytic microorganisms and their specific activity in the contents of the scar of animals of the experimental groups fluctuated slightly. The quantitative composition of rumen microorganisms determined the content of the total mass of rumen microorganisms and the total concentration of volatile fatty acids in the rumen, which ranged from 9.13 ± 0.12 to 9.45 ± 0.24 mmol/100 ml. The content of total, residual and protein nitrogen in the scar content of calves of all groups was almost the same at the end of the equalization period. The introduction into the diet of calves of the neonatal period of feed mixtures Lactophyte-T and Lactophyte-TP increased the activity of the main groups of microorganisms of the rumen and, most importantly – cellulolytic microorganisms. In calves of the experimental groups, the content of volatile fatty acids and protein nitrogen in the contents of the scar increased. Volatile fatty acids in the blood of calves of the experimental groups were found in 1.08–1.28 times more than in calves of the control group ($p < 0.01$). The content of ketone bodies in the blood of calves of the third group was significantly lower by 1.14 times, urea was lower by 1.12 times ($p < 0.05$). The increase in the activity of scar fermentation processes contributed to the fact that the increase in body weight in calves of the experimental groups was during the experimental period in 1.36–1.57 and 1.42–1.57 times ($p < 0.01$), more than in the control animals. In the future, research on the formation and correction of scar digestion will provide the body of animals with full metabolic metabolites, microbial protein and volatile fatty acids and promote the growth and development of animals.

Key words: feed mixtures, Lactophyte-T, Lactophyte-TP, volatile fatty acids.

ВИКОРИСТАННЯ ЗАМІННИКІВ ЦІЛЬНОГО МОЛОКА
В КОРЕКЦІЇ ПРОЦЕСІВ РУБЦЕВОГО ТРАВЛЕННЯ У ТЕЛЯТ

М. Д. Камбур¹, А. А. Замазій²

¹ Сумський національний аграрний університет
вул. Г. Кондратьєва, 160, м. Суми, 40000, Україна

² Полтавська державна аграрна академія
вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Формування процесів рубцевого травлення у телят є важливою складовою процесу вирощування життєздатних тварин, що ми досліджували за умов введення в раціон трьох груп телят заміників

цільного молока впродовж трьох місяців. Корекція рубцевого травлення телят раннього неонатального періоду суттєво підвищує її параметри та впливає на обмін речовин в організмі тварин. Встановлено, що в кінці зрівняльного періоду вміст амілолітичних, протеолітичних, целюлозолітичних мікроорганізмів та їх специфічна активність у вмістимому рубця тварин дослідних груп коливався незначно. Кількісний склад мікроорганізмів рубця визначив вміст загальної маси мікроорганізмів рубця та загальної концентрації летких жирних кислот у рубці, яка коливалася від $9,13 \pm 0,12$ до $9,45 \pm 0,24$ Ммоль/100 мл. Вміст метаболітів азотного обміну у вмістимому рубця телят усіх груп була практично однаковою в кінці зрівняльного періоду. Введення в раціон телят неонатального періоду кормових сумішей Лактофіт-Т та Лактофіт-ТП підвищило активність основних груп мікроорганізмів рубця і, що особливо важливо, целюлозолітичних мікроорганізмів. У телят дослідних груп у вмістимому рубця підвищився вміст летких жирних кислот та білкового азоту. Коротколанцюгових жирних кислот у крові телят дослідних груп виявлено в 1,08–1,28 рази більше, ніж у телят контрольної групи ($p < 0,01$). Вміст кетонових тіл у крові телят третьої групи був в 1,14 рази, сечовини в 1,12 рази ($p < 0,05$) нижче. Підвищення активності процесів рубцевої ферментації сприяло тому, що за період досліду у телят від дослідних груп отримано в 1,36–1,57 та 1,42–1,57 рази ($p < 0,01$) більше приросту маси тіла, ніж у контрольних тварин. У перспективі, дослідження з формування та корекції процесів рубцевого травлення дозволять забезпечити організм тварин повноцінними метаболітами обміну речовин, мікробіальним білком та леткими жирними кислотами та сприятиме процесу росту та розвитку тварин.

Ключові слова: кормові суміші, Лактофіт-Т, Лактофіт-ТП, леткі жирні кислоти.

Вступ

Ріст і розвиток різноманітної мікрофлори передшлунків є однією з найбільш важливих особливостей процесів травлення у жуйних тварин. Під дією мікрофлори поживні речовини кормів підлягають доволі складним перетворенням (Wora-Anu et al., 2007). В результаті цього утворюються коротколанцюгові жирні кислоти, такі як оцтова, пропіонова та масляна і амінокислоти. Метаболіти азотного обміну, які утворюються в рубці, у подальшому використовуються в обмінних процесах організму тварини. Мікрофлора рубця їх використовує для синтезу мікробних білків, речовин ліпідної природи, вітамінів та інших біологічно активних сполук (Vudmaska et al., 2017). Мікрофлора передшлунків відіграє багатогранну і важливу роль у травленні жуйних тварин (Kambur et al., 2018). Актуальним є питання стимуляції рубцевого травлення у телят з метою підвищення процесів білкового обміну (Broda et al., 2011; Fedyk, 2014; Alekseev et al., 2015).

Важливою особливістю процесів травлення у жуйних є те, що корм у шлунку підлягає розщепленню мікроорганізмами (Radchikova et al., 2011; Palmquist & Jenkins, 2017). Нормальна мікрофлора передшлунків знаходиться у тісних симбіотичних взаємовідносинах з організмом тварини – хазяїна і складає з ним єдине ціле (Wilkinson, 2011). Важливо те, що рубцеві мікроорганізми постачають макроорганізм

енергетичним матеріалом, ферментуючи вуглеводні компоненти кормів до летких жирних кислот (Wanapat et al., 2012). В процесі життєдіяльності мікроорганізми накопичують у власних клітинах легкоперетравний білок, який використовується для живлення тваринного організму. Особливе значення в процесі вирощування телят є активація процесів травлення з використанням молока та його заміників, що підвищує ефективність даного процесу (Khamra et al., 2006; Wanapat & Rowlinson, 2007; Broderick et al., 2010).

З цього погляду, особливої актуальності набуває проблема корекції процесів рубцевого травлення у телят з використанням заміників молока, що і було метою наших досліджень.

Матеріали та методи досліджень

Дослідження проведені у навчальному господарстві «Ювілейний» Полтавської ДАА. Було сформовано 3 групи телят – аналогів трьох місячного віку, по 10 тварин у кожній. Зрівняльний період тривав 30 діб, а дослід – 90 діб. Тварини дослідних груп в зрівняльному та дослідному періодах отримували раціон, який складався з молочної сироватки (контроль) або одного або з 2-х видів заміника молока (телята II та III дослідної групи), комбікорму, силосу, трав'яної різки, мінеральної підкормки.

Перша група телят була контрольною. Тварин годували у зимовий період згідно з нормами і вони отримували молочну сироватку.

Дослідні тварини другої групи отримували замість молочної сироватки замінник цільного молока – Лактофіт-Т, а третьої групи – замінник цільного молока Лактофіт-ТП. Впродовж 30 діб телята усіх дослідних груп знаходилися на зрівняльному періоді і отримували корм згідно з нормами. А протягом 4, 5 і 6-ого місяців телятам дослідних груп проводили корекцію процесів рубцевого травлення з включенням у раціон Лактофіту Т (II-а дослідна група) в 4-й місяць – 3 л/добу (90 л/місяць), в 5-й місяць – 3,5 л/добу (105 л/місяць) і 6-й місяць – 4 л/добу (120 л/місяць); а Лактофіту ТП (III-а дослідна група) в 4-й місяць – 3 л/добу (90 л/місяць), в 5-й місяць – 3,5 л/добу (105 л/місяць) і 6-й місяць – 4 л/добу (120 л/місяць). Гідрофільні суміші розроблені для випоювання телятам при 100 % заміні в їх раціоні цільного молока.

Впродовж дослідного періоду від телят контрольної та дослідної груп проводили відбір проб крові та вмістимого рубця у зрівняльному періоді (1 раз) та дослідному (2 рази) від 3-х голів з кожної групи. При відборі проб вмістимого рубця використовували зонд та шприц Жане. Проби крові відбирали, дотримуючись асептики та антисептики з яремної вени в середній третині ший.

У зразках вмістимого рубця визначали специфічну активність амілолітичних, протеолітичних та целюлозолітичних мікроорганізмів відповідно за Смітом і Роєм у модифікації Кулика, за Петровою і Вниціонайте та В. А. Капланом. Масу протозоа та мікроорганізмів визначали за методом Ф. Ю. Палфія та Е. Ф. Юрчук. Метаболіти азотного обміну визначали за методом К`ельдаля, вміст оцтової, пропіонової та масляної кислоти в апараті Маркгама. Кількість інфузорій визначали шляхом підрахунку.

В зразках крові визначали: кетонів тіла – за Енгфельдом-Пінкусеном; загальний, білковий, залишковий азот – за К`ельдалем; загальну концентрацію ЛЖК – шляхом парової дистиляції в апараті Маркгама. Додатково визначали: сечовину – за Мішоном та Арно з парадиметил-амінобензальдегідом; загальний білок – рефрактометрично; фосфор, кальцій – комплексо-метрично, амінокислоти – на амінокислотному аналізаторі АА-400.

За критерієм вірогідності (t) Стьюдента проводили статистичну обробку результатів досліджень. Різницю між двома величинами вважали вірогідною за $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$.

Під час проведення експериментальних досліджень дотримуватися міжнародних вимог щодо захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних і наукових цілях та Закону України про захист тварин від жорстокого поводження.

Результати досліджень та обговорення

Утримання телят усіх дослідних груп на зрівняльному періоді сприяло стабілізації показників рубцевої ферментації у тварин. Нами встановлено, що кількість амілолітичних мікроорганізмів коливалась у рубці телят усіх груп на рівні 0,04 %, протеолітичних – 0,05 % та целюлозолітичних – 0,04.

За зрівняльний період активність основних груп мікроорганізмів становила, в середньому, по всіх групах тварин $3,57 \pm 0,21$ пр. од., $0,54 \pm 0,02$ ум. ам. од., та $13,93 \pm 0,81$ %. За вищезазначений період вміст загальної маси мікроорганізмів у рубці телят виявилася в середньому на рівні $0,0993 \pm 0,0020$ г/100 мл, а жирних кислот – $9,29 \pm 0,18$ ммоль/100 мл. Вміст метаболітів азотного обміну у рубці телят у кінці зрівняльного періоду не відрізнявся. Вміст Фосфору, Кальцію, сечовини в крові телят був стабільний.

Стабілізація процесів рубцевого травлення відобразилася на показниках гомеостазу організму. Важливим є той факт, що в кінці зрівняльного періоду вміст білкового азоту у крові телят практично не відрізнявся, що свідчить про однаковий рівень засвоєння тваринами білкових компонентів корму.

У дослідний період введення в раціон телят другої та третьої групи Лактофіту-Т та Лактофіту-ТП позитивно вплинуло на рівень рубцевої ферментації. На раціонах зі замінниками цільного молока специфічна активність мікроорганізмів рубця телят дослідних груп підвищилася. Важливим на наш погляд є те, що в дослідний період амілолітична активність вмістимого рубця телят другої та третьої груп підвищилася, відповідно, в 1,07–1,15 разів ($p < 0,05$), протеолітична в 1,13–1,23 разів ($p < 0,01$), целюлозолітична в 1,04–1,13 разів ($p < 0,05$) у порівнянні з тваринами контрольної групи, що співпадає з результатами досліджень інших авторів (Wora-Anu et al., 2007).

Значний інтерес становить загальна кількість інфузорій у вмістимому рубці телят в кінці дослідного періоду (табл. 1). Це пов'язано з тим, що інфузорії забезпечують себе енергією за

рахунок ферментативних процесів. Однак, низький вихід енергії від ферментативних процесів спонукає інфузорії ферментувати більшу кількість рубцевого субстрату і цей фактор є важливим для організму тварин.

Таблиця 1. Інфузорії у вмістимому рубця телят у кінці дослідного періоду (M±m)

№ з/п	Показники	Групи тварин	M±m
1.	Кількість інфузорій, тис./мл	1	110±7,54
		2	109,0±7,01
		3	112±4,42
2.	Holotricha, тис./мл	1	44,0±4,50
		2	49,0±5,20*
		3	52,0±4,50*
3.	Oligotricha, тис./мл	1	66,0±5,20*
		2	60,00±4,00
		3	60,0±6,00
4.	рН вмістимого рубця	1	6,82±0,008
		2	6,81±0,03
		3	6,79±0,06

Примітка: p<0,05; p<0,01; p<0,001 порівняно з контрольною групою.

Результати досліджень свідчать, що загальна кількість інфузорій незначно більше була у телят третьої групи. В той же час, кількість інфузорій групи Holotricha виявилася більше у рубці телят дослідних груп у 1,11–1,18 раза і становила,

відповідно, 49,0±5,20-52,0±4,50 тис./мл. Однак, інфузорій маловічастих (Oligotricha) було значно більше у вмістимому рубця телят контрольної групи в (1,10 раза, p<0,05), ніж у телят другої та третьої дослідної групи (60,00±4,00 тис./мл).

Введення в раціон тварин заміників цільного молока позитивно відобразилося на специфічній активності основних груп мікроорганізмів та на вмісті азотистих фракцій у вмістимому рубця.

Встановлено, що вміст загального азоту у вмістимому рубця телят третьої дослідної групи був вищим, ніж у тварин інших груп в 1,10 раза (p<0,05). Практично однаковий вміст залишкового азоту у рубці телят контрольної та дослідних груп сприяв підвищенню вмісту білкового азоту у вмістимому рубця телят третьої групи. У дослідному періоді показники азотного обміну виявились вищими у телят дослідних груп.

Необхідно відзначити, що за умов підвищення вмісту загального азоту у вмістимому рубця телят дослідних груп, вміст залишкового азоту у крові тварин у розрізі усіх груп практично не відрізнявся. Таке співвідношення вмісту вищезазначених метаболітів азотистого обміну в крові телят третьої групи сприяло підвищенню в ньому вмісту білкового азоту, що свідчить про покращення засвоєння азотистих компонентів корму та синтез амінокислот.

Таблиця 2. Вміст основних амінокислот у мікробній фракції вмістимого рубця, протозоа та у вмістимому рубця (M±m, %)

№	Амінокислоти	Групи тварин	Відсоток вмісту азота амінокислот по відношенню до загального		
			мікробіальна маса	маса інфузорій	вмістиме рубця
1	Метіонін	1	1,50±0,02	1,00±0,01	0,50±0,01
		2	1,54±0,01	1,20±0,01	0,54±0,01
		3	1,54±0,02	1,24±0,02	0,54±0,01
2	Лізин	1	7,50±0,12	10,60±0,90	4,60±0,20
		2	7,60±0,15	11,10±0,80	4,82±0,16
		3	7,80±0,10	11,40±0,24	5,04±0,22
3	Лейцин	1	4,50±0,30	5,02±0,20	3,70±0,10
		2	4,62±0,24	5,34±0,16	3,86±0,12
		3	4,74±0,16	5,56±0,24	3,94±0,14
4	Аргінін	1	8,60±0,50	8,10±0,20	9,50±0,40
		2	8,94±0,42	8,16±0,26	9,56±0,54
		3	8,86±0,36	8,52±0,18	10,02±0,48
5	Треонін	1	3,50±0,40	3,10±0,10	3,26±0,12
		2	3,66±0,36	3,24±0,12	4,12±0,18
		3	3,72±0,38	3,42±0,23	4,08±0,22

Примітка: p<0,05; p<0,01; p<0,001 порівняно з контрольною групою.

Необхідно відзначити, що вміст основних амінокислот у мікробіальній масі вмістимого рубця, протозойній масі та вмістимому рубця телят дослідних груп був не менше, ніж ці показники у телят і контрольної групи.

Так, відсоток вмісту азоту метіоніну коливався в мікробіальній масі від $1,50 \pm 0,02$ до $1,54 \pm 0,02$ %, в масі інфузорій – $1,00 \pm 0,01$ – $1,24 \pm 0,02$ %, а у вмістимому рубця від $0,50 \pm 0,01$ до $0,54 \pm 0,01$ %. Лізину виявлено в мікробіальній масі від $7,50 \pm 0,12$ до $7,80 \pm 0,10$ %, в протозойній масі в 1,05–1,08 рази більше у телят дослідних груп, а у вмістимому рубця в 1,05–1,10 рази більше азоту даної амінокислоти у тварин

дослідних груп.

Коротколанцюгових жирних кислот у крові телят дослідних груп виявлено в 1,08–1,28 рази більше, ніж у телят контрольної групи ($p < 0,01$). Вміст кетонів тіл у крові телят третьої групи був в 1,14 рази нижче, а сечовини в 1,12 рази ($p < 0,05$) нижче, ніж у телят контрольної групи.

Результати аналізу біохімічних показників крові телят свідчать, що введення в раціон заміників молока не викликала напруження вуглеводно-жирового обміну, оскільки співвідношення глюкози до ЛЖК у телят дослідних груп був в 1,14 і 1,22 рази вище, ніж у тварин в контролі (табл. 3).

Таблиця 3. Біохімічні показники крові телят ($M \pm m$)

№ з/п	Показники	Одиниці виміру	Групи тварин	$M \pm m$
1	Загальна кількість ЛЖК	ммоль/л	1	$0,92 \pm 0,02$
			2	$1,04 \pm 0,04$
			3	$1,06 \pm 0,04$
2	Піровиноградна кислота	мкмоль/л	1	$165,86 \pm 3,18$
			2	$162,45 \pm 3,52$
			3	$162,96 \pm 2,36$
3	Молочна кислота	ммоль/л	1	$1,18 \pm 0,12$
			2	$0,92 \pm 0,07$
			3	$0,90 \pm 0,08$
4	Цукор	ммоль/л	1	$2,52 \pm 0,16$
			2	$2,66 \pm 0,22$
			3	$2,56 \pm 0,18$
5	Відношення глюкози до ЛЖК		1	3,75
			2	4,27
			3	4,59

Примітка: $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Водночас необхідно відмітити, що вміст Фосфору в крові телят контрольної групи виявився в 1,05–1,07 рази менше, ніж у тварин другої та третьої груп. У крові телят третьої групи Кальцію виявлено на рівні $2,86 \pm 0,18$ ммоль/л і цей показник був в 1,12–1,10 рази більше, ніж у телят контрольної групи та другої дослідної групи ($p < 0,05$).

Високий рівень рубцевого травлення у телят дослідних груп позитивно вплинув на обмін речовин в організмі тварин при введенні в раціон заміників цільного молока. Про це свідчать показники середньодобового приросту маси тіла телят дослідних та контрольної групи (табл. 4).

Таблиця 4. Середньодобовий приріст маси тіла телят по групах ($M \pm m$)

Місяць дослідження	Група тварин	Середньодобовий приріст маси тіла телят, г
5-й (дослідний період)	I	$700 \pm 0,072$
	II	$950 \pm 0,074^{**}$
	III	$1100 \pm 0,068^{**}$
6-й (дослідний період)	I	$710 \pm 0,036$
	II	$1010 \pm 0,074^{**}$
	III	$1130 \pm 0,088^{**}$

Примітка: $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

За цих умов приріст маси тіла у телят дослідних груп за дослідний період, впродовж 5–6 місяців, був в 1,36–1,57 та 1,42–1,57 рази ($p < 0,01$) більше, ніж у телят контрольної групи.

У подальшому дослідження з даного напрямку дозволять визначити ефективність використання заміників молока в технології вирощування телят за результатами їх впливу на процеси травлення та продуктивності тварин.

Висновки

1. Введення в раціон дослідних телят гідрофільних кормових сумішей як заміників молока сприяє активації процесів рубцевого травлення.

2. Вміст легких жирних кислот у крові телят дослідних груп виявився в 1,08–1,28 рази вище, ніж у телят контрольної групи ($p < 0,01$).

3. Добовий приріст маси тіла телят дослідних груп був 1,36–1,57 та в 1,42–1,57 рази ($p < 0,01$) більше, ніж у телят контрольної групи.

References

- Alekseev, I. A., Volkov, A. M. & Kadikov, I. R. (2015). Estestvennaya rezistentost` telyat pri ispolzovanii probioticheskogo preparata sporobakterina v usloviyakh molochnoj fermi [Natural resistance of calves when using the probiotic drug Sporobacterin in a dairy farm]. *Veterinarnyy vrach*, 3, 44–48 [in Russian].
- Broda, N. A., Vishchur, O. I., Ratskyi, M. I., Leshovska, N. M. & Krushelnytska, Z. I. (2011). Pryrodna rezystentnist orhanizmu koriv ta yikh teliat za dii preparatu "Olihovit" [Natural resistance of cows and their calves to the action of the drug "Oligovit"]. *Biolohiia tvaryn*, 13 (1–2), 397–401 [in Ukrainian].
- Broderick, G. A., Huhtanen, P., Ahvenjärvi, S., Reynal, S. M. & Shingfield, K. J. (2010). Quantifying ruminal nitrogen metabolism using the omasal sampling technique in cattle – a meta-analysis. *J Dairy Sci.*, 93, 3216–3230. doi: 10.3168/jds.2009-2989.
- Fedyuk, A. V. (2014). Opyt ispolzovaniya zamenitelya celnogo moloka [Experience in using whole milk substitutes]. *Selskoxozyajstvennyy zhurnal*, 4, 42–48. [in Russian].
- Kambur, M. D., Zamazii, A. A. & Kolechko, A. V. (2018). Rubtseva fermentatsiia ta biolohichni indeksy krovi teliat [Rumen fermentation and biological indices of calves' blood]. *Aktualni problemy fiziologii tvaryn*, Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy (p. 40). *Chernihiv* [in Ukrainian].
- Khampa, S., Wanapat, M., Wachirapakorn, C., Nontaso, N. & Wattiaux, M. (2006). Effects of urea level and sodium DL-malate in concentrate containing high cassava chip on ruminal fermentation efficiency, microbial protein synthesis in lactating dairy cows raised under tropical condition. *Asian-Austral J Anim Sci.*, 19, 837–844. doi: 10.5713/ajas.2006.837.
- Palmquist, D. L. & Jenkins, T. C. A. (2017). 100-Year Review: Fat feed in gof dairy cows. *J Dairy Sci.*, 100 (12), 10061–10077. doi:10.3168/jds.2017-12924.
- Radchikova, G. N., Kot, A. N., Balabushko, V. V. & Kononenko, S. I. (2017). Zamenitel moloka biokorm - in belyj v kormlenii telyat [Biokorm-In white milk substitute in calves feeding]. *Aktualnye problemy intensivnogo razvitiya zhyvotnovodstva*, 2, 27–35 [in Russian].
- Vudmaska, I., Hultiaieva, O., Petruk, A. & Vlizlo, V. (2017). Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation and blood parameters in transition dairy cows. *XVII. Middle European Buiatrics Congress. Strbske Pleso*. (p. 89). SHigh Tatras, Slovakia.
- Wanapat, M. & Rowlinson, P. (2007). Nutrition and feeding of swamp buffalo: feed resources and rumen approach. *Italian J Anim Sci.*, 6 (Suppl. 1), 67–73. doi: 10.4081/ijas.2007.s2.67.
- Wanapat, M., Foiklang, S., Rowlinson, P. & Pilajun, R. (2012). Effect of carbohydrate sources and cotton seed meal in the concentrate: II. Feed intake, nutrient digestibility, rumen fermentation and microbial protein synthesis in beef cattle. *Trop Anim Health Prod*, 44 (35–42). doi: 10.1007/s11250-011-0014-z.
- Wilkinson, J. M. (2011). Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal*, 5, 1014–1022. doi: 10.1017/S175173111100005X.
- Wora-Anu, S., Wanapat, M., Wachirapakorn, C. & Nontaso, N. (2007). Effect of rough hage sources on cellulolytic bacteria and rumen ecology of beef cattle. *Asian-Austral J Anim Sci.* 20, 1705–1712. doi : 10.5713/ajas.2007.1705.