

УДК 619:615.015.4+636:611.3
ГРНТИ 68.41

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-13039>

Максимов Н.И., д-р с.-х. наук., преподаватель;
Лашин А.П., канд. биол.наук., доц.

ВЛИЯНИЕ ЗИМОЗАНА НА РУБЦОВУЮ ФЕРМЕНТАЦИЮ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ

© Максимов Н.И., Лашин А.П., 2020

Резюме. Целью данного исследования было изучение влияния различных доз зимозана, добавленного в рубец, на параметры ферментации рубца у новорожденных телят черно-пестрой породы, которые были разделены на 4 группы, по 10 голов в каждой (включая 5 бычков и 5 телочек). Опытную группу I кормили основным рационом, а в опытных группах II, III и IV добавляли 1, 2, 3 г на голову в день зимозана к основному рациону в течение 40 дней. На 20-й и 40-й день в каждой группе забивали по 4 головы и собирали рубцовую жидкость для измерения продукции летучих жирных кислот (VFA), pH, аммиачного азота (NH₃-N) и микробного белка (MCP). Результаты показали, что в течение всего периода рост pH, концентрация масляной кислоты, уксусной кислоты и пропионовой кислоты в каждой группе отличались незначительно. На 20-й день в рубце теленка в опытной группе III концентрация уксусной кислоты была значительно выше, чем в контрольной группе. Концентрация пропионовой кислоты в опытной группе II была значительно выше, чем в опытной группе I, а общая концентрация летучих жирных кислот (TVFA) отличалась незначительно между группами. На 40-й день концентрация уксусной кислоты в рубце опытной группы III была значительно выше, чем в опытной группе I, а разница в концентрации пропионовой кислоты между группами была незначительной. Концентрация летучих жирных кислот в опытной группе II, III и IV была значительно выше, чем в опытной группе I, однако показатели в опытной группе III были самыми высокими. На 20-й день эксперимента концентрация аммиачного азота в рубце опытной группы III была увеличена, но значительно ниже, чем в опытной группе I. Содержание микробного белка в опытной группе II было значительно выше, чем в других группах, но разница в концентрации аммиачного азота между группами была значительной. На 40-й день содержание микробного белка опытной группы III было значительно выше, чем в других группах. Основываясь на вышеприведенных результатах, добавление 2 г на голову в день зимозана к рациону телят снизило концентрацию аммиачного азота в рубцовой жидкости, увеличило выработку микробного белка и концентрацию летучих жирных кислот и увеличило действие аммиака и белка в рубце. Состояние брожения рубца животных стабильно. Подходящее количество добавляемого зимозана в рационе телят в течение всего эксперимента показало, что оптимальное количество полисахарида составляет 2 г на голову в день.

Ключевые слова: зимозан, теленок, брожение рубца.

N.I. Maksimov, Dr Agr. Sci., Lecturer;
A.P. Lashin, Cand. Biol. Sci., Associate Professor

EFFECT OF ZYMOSAN ON RUMEN FERMENTATION OF NEWLY BORN CALVES

Abstract. The aim of this research was to study the effect of various doses of zymosan, added to the rumen, on the parameters of rumen fermentation in newborn calves, which were divided into 4 groups, 10 animals each (including 5 calves and 5 heifers). Experimental group I was fed the main diet, and experimental groups II, III, and IV were given zymosan 1, 2, 3 g per head a day which was added to the main diet for 40 days. On the 20th and 40th day, 4 heads were slaughtered in each group and rumen fluid was collected to measure the production of volatile fatty acids (VFA), pH, ammonia nitrogen (NH₃-N) and microbial protein (MCP). The results showed that during the entire period, the increase in pH, the concentration of butyric acid, acetic acid and propionic acid in each group did not differ significantly. On the 20th day in the calf rumen in the experimental group III the concentration of acetic acid was significantly higher than in the control group. The concentration of propionic acid in experimental group II was significantly higher than in experimental group I, and the total concentration of volatile fatty acids (TVFA) did not differ significantly between the groups. On the 40th day, the concentration of acetic acid in the rumen of experimental group III was significantly higher than in experimental group I, and the difference in the concentration of propionic acid between the groups was insignificant. The concentration of volatile fatty acids in experimental group II, III and IV was significantly higher than in experimental group I, but the characteristics in the experimental group III were the highest. On the 20th day of the experiment, the concentration of ammonia nitrogen in the rumen of experimental group III was increased, but significantly lower than in experimental group I. The microbial protein content in experimental group II was significantly higher than in other groups, but the difference in the concentration of ammonia nitrogen between the groups was significant. On the 40th day, the microbial protein content of the experimental group III was significantly higher than in other groups. On the basis of the above results, it was found that the addition of 2 g of zymosan per head a day to calves' diet reduced the concentration of ammonia nitrogen in the rumen fluid, increased the production of microbial protein and the concentration of volatile fatty acids, and increased the effect of ammonia and protein in the rumen. The state of fermentation of the rumen of animals is stable. A suitable amount of zymosan added to the calf diet throughout the experiment showed that the optimal amount of polysaccharide is 2 g per head a day.

Keywords: zymosan, calf, rumen fermentation.

Дрожжевой полисахарид представляет собой водорастворимый полисахарид, экстрагированный из клеточной стенки дрожжей, включая водорастворимый декстран и маннан [1]. Первый включает β -1,3-глюкан и разветвленный β -1,6-глюкан, второй включает α -1,6-маннан и терминальный пептид [2], декстран и моноолигосахарид составляют 30% клеточной стенки, а гликопротеин - 22,0% [3]. Согласно по данным авторов, клеточная стенка дрожжей может увеличивать суточную прибавку в весе и потребление корма жвачных животных, снижать соотношение корма к весу [4-6], стимулировать иммунный ответ орга-

низма, уменьшать заболеваемость и стрессовую реакцию [7-8]. Исследования подтвердили, что добавление зимозана в рацион телят может улучшить показатели их роста, улучшить кишечную флору и оптимизировать микробиологический баланс кишечника [9-10]. Однако исследований по влиянию зимозана на развитие рубца недостаточно, что является актуальным на сегодняшний день. Поэтому в нашем эксперименте были добавлены различные дозы зимозана в рацион телят, чтобы изучить его влияние на ферментацию рубца с целью рекомендации по применению зимозана при разведении молочных телят.

Материалы и методы. Исследования проводились в провинции Хэйлунцзян города Харбин в Северо-Восточном Сельскохозяйственном Университете, на факультете ветеринарии. Целью данного исследования было изучение влияния различных доз зимозана, добавленного в рубец, на параметры ферментации рубца у новорожденных телят черно-пестрой породы, которые

были разделены на 4 группы, по 10 голов в каждой (включая 5 бычков и 5 телочек). Опытную группу I кормили основным рационом, а в опытных группах II, III и IV добавляли 1, 2, 3 г на голову в день зимозана к основному рациону в течение 40 дней. Состав основного рациона кормления и уровень содержания питательных веществ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Состав основного рациона кормления и уровень содержания питательных веществ

Состав рациона	Количество, %
Кукуруза	24,00
Соевый шрот	22,90
Соевая мука	16,00
Сывороточный порошок	20,00
Пшеничные отруби	13,00
Травяная мука	1,50
Сухое вещество	89,96
Сырой протеин	19,17
Клетчатка	15,06
Сырой жир ЕЕ	2,78
Зола	7,45
Премикс ¹	1,00
Гидрофосфат кальция	0,80
Соль поваренная	0,50
Кальций	0,77
Фосфор	0,50

1 - Витамин А - 15 000 МЕ; Витамин D - 5000 МЕ; Витамин Е - 50 мг; Железо - 90 мг; Медь - 12,5 мг; Марганец - 30 мг; Цинк - 90 мг; Селен - 0,3 мг; Йод - 1,0 мг; Кобальт - 0,5 мг.

На 20 и 40 день в каждой группе было отобрано по 4 головы для дальнейшего забоя с целью получения достоверных данных. Рубец удаляли и разрезали вдоль правого продольного желобка. Свежий желудочный сок брали в разных местах и фильтровали под четырьмя слоями марли, собирали 200 мл рубцовой жидкости в емкость, рН рассчитывали при помощи рН -метра (UB-7), а оставшийся фильтрат определяли

по методу Feng Zongci и др. [5]. Концентрацию микробного белка определяли дифференциальным центрифугированием и методом Кьельдаля, жирные кислоты определяли с использованием анализа внешнего стандарта при помощи газового хроматографа Agilent 7890A [6, 7]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием критерия Стьюдента (t) с помощью программы Statistica v.6.0.

Таблица 2

Влияние зимозана на рН рубца и концентрацию летучих жирных кислот, M±m, n=4

Показатели	Дни опыта	Группы животных			
		I	II	III	IV
рН	20	6,20±0,41	5,96±0,31	6,32±0,15	6,43±0,42
	40	6,38±0,44	6,42±0,34	6,26±0,47	6,55±0,4
Уксусная кислота	20	22,04±1,35	23,07±0,72	24,73±1,25	24,51±1,10
	40	45,04±1,38	47,35±1,73	49,36±1,92	47,39±1,72
Пропионовая кислота	20	13,23±0,29	14,01±0,46	13,91±0,42	13,84±0,38
	40	16,02±1,21	16,92±1,58	17,55±1,32	16,82±1,06
Масляная кислота	20	5,14±0,14	5,11±0,43	5,04±0,35	5,00±0,25
	40	9,11±1,30	9,36±1,68	9,07±0,95	9,24±1,18
Уксусная/ пропионовая кислоты	20	1,67±0,10	1,65±0,09	1,78±0,09	1,77±0,06
	40	2,81±0,19	2,80±0,18	2,81±0,17	2,82±0,14
Летучие жирные кислоты	20	40,41±1,31	42,19±1,49	43,68±1,62	43,35±1,87
	40	70,17±0,88	73,63±1,05	75,98±0,79	73,45±1,12

Из таблицы 2 видно, что рН рубцовой жидкости телят в разных группах составлял от 5,96 до 6,55, разница между группами была незначительной. На 20-й день эксперимента концентрация уксусной кислоты в рубце опытных групп II, III и IV увеличилась на 4,67%, 12,21% и 21% по сравнению с опытной группой I, когда на 40-й день увеличение наблюдалось на 5,13%, 9,59% и 5,22% соответственно. На 20-й день эксперимента концентрация пропионовой кислоты в рубце опытных групп II, III и IV увеличилась на 5,89%, 5,14% и 4,61% по сравнению с опытной группой I, когда на 40-й день увеличение наблюдалось на 2,44%, 4,44% и 3,84% соответственно. Концентрация масляной кислоты в рубце в каждой группе животных достоверно не различалась на 20-й и 40-й день. Также не было значимого различия в рубцовой уксусной кислоте и пропионовой кислоте между группами. Общее содержание летучих жирных кислот в рубце в каждой группе телят существенно не отличалось на 20-й день опыта, а в опытных группах II, III и IV на 40-й день было значительно выше, чем в опытной группе I, что на 4,93%, 7,65% и 4,67% выше, чем в опытной группе I, соответственно.

РН и концентрация летучих жирных кислот в рубцовом содержимом являются важными показателями ферментации рубца у жвачных животных, отражающими стабильность функции рубца и его среды. Нормальный диапазон рН жидкости в рубце обычно составляет от 6 до 7. Чрезмерная щелочность в рубце не способствует росту,

размножению и ферментации микроорганизмов и может привести к гибели микроорганизмов, что в конечном итоге приводит к снижению функции рубца, его метаболизма и снижению производительности производства.[5, 6]. Уксусная, пропионовая, масляная и летучая жирная кислоты являются важными продуктами ферментации углеводов рубца у жвачных животных. Их концентрация определяется производительностью брожения, скоростью ферментации, что определяет скорость абсорбции рубца и скорость его опорожнения, что является важным показателем для нормальной физиологической его работы. [7]. В нашем эксперименте концентрация пропионовой кислоты в рубцовой жидкости опытной группы II и III была выше, что способствовало нормальному развитию теленка. Соотношение уксусной и пропионовой кислот может в определенной степени отражать эффективность использования энергии. На 20-й день эксперимента добавление зимозана в основной рацион показало, что концентрация уксусной и пропионовой кислот в каждой опытной группе была незначительно увеличена. Однако на 40-й день опыта данные показатели демонстрировали тенденцию к снижению, то есть нормализации рН в рубце, что указывает на эффективность зимозана и способствует увеличению коэффициента использования энергии в рубце. Данные по влиянию зимозана на метаболизм азота в рубце представлены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние зимозана на метаболизм азота в рубце, $M \pm m$, $n=4$

Показатели	Дни опыта	Группы животных			
		I	II	III	IV
Аммиачный азот	20	14,05±0,93	14,26±0,95	12,62±0,40	13,45±0,90
	40	16,36±0,59	16,23±0,48	16,08±0,41	16,36±0,48
Микробный белок	20	1,28±0,12	1,40±0,06	1,31±0,14	1,28±0,20
	40	1,74±0,14	1,78±0,17	1,90±0,06	1,73±0,14

Как видно из таблицы 3, концентрация аммиачного азота в опытной группе III снизилась на 10,18%, 11,50% и 6,17% на 20-й день исследования, по сравнению с I, II и IV опытными группами соответственно. На

40-й день значимых различий между группами не наблюдалось. Количество микробного белка в опытной группе II было значительно выше, чем в других группах на 20-й день опыта, то есть на 9,37%, 6,87% и

0,37%. На 40-й день эксперимента в опытной группе III показатель микробного белка был выше, чем в других опытных группах на 9,19%, 6,74% и 9,83%.

Концентрация аммиачного азота в жидкости рубца может косвенно отражать степень деградации белка в рубце, а также может отражать баланс синтеза микробного белка. В нашем эксперименте добавление зимозана уменьшало концентрацию аммиачного азота в рубцовой жидкости и увеличивало концентрацию микробного белка, что способствовало росту и распространению полезных микроорганизмов рубца у

животных. Это способствовало разложению органического вещества для производства большего количества аммиака и источников углерода, а также синтеза большего количества микробного белка.

Таким образом, в условиях нашего эксперимента добавление 2 г на голову в день зимозана в рацион значительно уменьшило концентрацию аммиачного азота в рубцовой жидкости, увеличило концентрацию микробного белка и летучих жирных кислот, а также стабилизировало среду рубца, положительно влияло на его функцию и поддерживало нормальную активность микроорганизмов в нем.

Список литературы

1. Schiavone, M. A combined chemical and enzymatic method to determine quantitatively the polysaccharide components in the cell wall of yeasts [J]. / M. Schiavone, A. Vax, C. Formosa et al. *FEMS Yeast Research*, 2014, 14(6): 933-947.
2. Free, S. J. Fungal cell wall organization and biosynthesis [J]. / S. J. Free. // *Advances in Genetics*, 2013, 81:33-82.
3. 魏恒杰. 产蛋鸡日粮中添加酵母细胞壁对鸡蛋品质及血清蛋白指标的影响 [J]. *饲料工业*, 2010, 31(6): 44-45. WEIHJ. Effect of yeast cell wall on egg quality and serum protein in diet of laying hens [J.]. *Feed Industry*, 2010, 31 (6): 44-45. (In Chine).
4. Young, T. R., Yeast cell wall supplementation alters the performance and health of newly received crossbred heifers [D]. / T.R. Young. Lubbock: Texas Tech University, 2012.
5. Lei, C. L. Effects of dietary supplementation of montmorillonite and yeast cell wall on Lipopolysaccharide adsorption, nutrient digestibility and growth performance in beef cattle [J]. / C. L. Lei, G.Z. Dong, L. Jin, et al. *Livestock Science*, 2013, 158 (1): 57-63.
6. Aragon, S. Influence of yeast cell wall supplementation during the finishing phase on feedlot steer performance, carcass characteristics, and postmortem tenderness / S. Aragon, F. Ribeiro, A.D. Hosford, A.J. Thompson, J. Hergenreder, M. Jennings, I.R. Corley, B. Johnson, B. The Professional Animal Scientist, 2016, 32(2):192-200.
7. Burdick Sanchez, N. C. Yeast cell wall supplementation alters aspects of the physiological and acute phase responses of cross-b red heifers to an endotoxin challenge [J]. / N. C. Burdick Sanchez, T. R. Young, J.A., Carroll, J. A., et al. *Innate Immunity*, 2013, 19 (4): 411-419.
8. Salinas-Chavira, J. et al. Influence of feeding enzymatically hydrolyzed yeast cell wall on growth performance and digestive function of feedlot cattle during periods of elevated ambient temperature [J]. / J. Salinas-Chavira, C. Arzola, C., V. Gonzalez-Vizcarra, et al. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 2015, 28 (9): 1288-1295.
9. 靳露. 高精料日粮中添加谷氨酰胺和甘露寡糖对肉牛的营养生理效应研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2013. Jin, L. Nutritional and physiological effects of supplementation glutamine and mannan oligosaccharides into the high concentrate diet of finishing steers [D]. / L. Jin. Chongqing: Southwest University, 2013. (in Chinese).
10. 周怿, 刁其玉, 屠焰, 等. 酵母 β -葡聚糖和抗生素对早期断奶犊牛生长性能和肠道菌群的影响 [J]. *畜牧兽医学报*, 2010, 41(6), 685-691. Zhou, A. et al. Effect of yeast β -glucan and antibiotics on growth and intestinal microflora in early weaning calves [J]. / A. Zhou, Q.Y. Diao, Y. Tu. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2010, 41 (6). 685-691 (in Chinese).

Reference

1. Schiavone, M., Vax, A., Formosa, C. et al. A combined chemical and enzymatic method to determine quantitatively the polysaccharide components in the cell wall of yeasts [J], *FEMS Yeast Research*, 2014, 14(6): 933-947.
2. Free, S. J. Fungal cell wall organization and biosynthesis [J], *Advances in Genetics*, 2013, 81:33-82.
3. 魏恒杰. 产蛋鸡日粮中添加酵母细胞壁对鸡蛋品质及血清蛋白指标的影响 [J]. *饲料工业*, 2010, 31(6): 44-45. WEIHJ. Effect of yeast cell wall on egg quality and serum protein in diet of laying hens [J.], *Feed Industry*, 2010, 31 (6): 44-45. (In Chine).
4. Young, T.R., Yeast cell wall supplementation alters the performance and health of newly received crossbred heifers [D]. Lubbock, Texas Tech University, 2012.

5. Lei, C. L., Dong, G. Z., Jin, L., et al. Effects of dietary supplementation of montmorillonite and yeast cell wall on Lipopolysaccharide adsorption, nutrient digestibility and growth performance in beef cattle [J.], *Livestock Science*, 2013, 158 (1): 57-63.

6. Aragon, S. N., Ribeiro, F. R., Hosford, B. A N D et al. Influence of yeast cell wall supplementation during the finishing phase on feedlot steer performance, carcass characteristics, and postmortem tenderness [J], *The Professional Animal Scientist*, 2016, 32(2):192-200.

7. Burdick Sanchez, N. C., Young, T. R., Carroll, J. A., et al. Yeast cell wall supplementation alters aspects of the physiological and acute phase responses of cross-b red heifers to an endotoxin challenge [J]. *Innate Immunity*, 2013, 19 (4): 411-419.

8. Salinas-Chavira, J., Arzola, C., Gonzalez-Vizcarra, V., et al. Influence of feeding enzymatically hydrolyzed yeast cell wall on growth performance and digestive function of feedlot cattle during periods of elevated ambient temperature [J]. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 2015, 28 (9): 1288-1295.

9. 靳露. 高精料日粮中添加谷氨酰胺和甘露寡糖对肉牛的营养生理效应研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2013. Jin, L. Nutritional and physiological effects of supplementation glutamine and mannan oligosaccharides into the high concentrate diet of finishing steers [D]. Chongqing: Southwest University, 2013. (in Chinese).

10. 周烽, 刁其玉, 屠焰, 等. 酵母 β -葡聚糖和抗生素对早期断奶犊牛生长性能和肠道菌群的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 2010, 41(6), 685-691. Zhou, A., Diao, Q. Y., Tu, Y. et al. Effect of yeast β -glucan and antibiotics on growth and intestinal microflora in early weaning calves [J]. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2010, 41 (6), 685-691. (In Chinese).

Информация об авторах

Максимов Никита Игоревич, д-р с.-х. наук; ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ; ул. Политехническая, д.86, г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: kit4862@mail.ru;

Лашин Антон Павлович, канд. биол.наук; ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ; ул. Политехническая, д.86, г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: ant.lashin@yandex.ru.

Information about the authors

Nikita I. Maksimov, Dr Agri. Sci.; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: kit4862@mail.ru;

Anton P. Lashin, Cand. Agr. Sci.; Far Eastern State Agrarian University; 86, Politekhnikeskaya, Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: ant.lashin@yandex.ru.