

16. Fleige, S. RNA integrity and the effect on the real-time qRT-PCR performance / S. Fleige, M. W. Prafl // *Molecular Aspects of Medicine*. – 2006. – Vol. 27. – P. 126-139
17. Effect of lactulose on growth performance and intestinal morphology of pre-ruminant calves using a milk replacer containing *Enterococcus faecium* / S. Fleige [et al.] // *Animal*. – 2007. – Vol. 1. – P. 367-373
18. Effects of inulin and lactulose on the intestinal morphology of calves / S. Masanetz [et al.] // *Animal*. – 2010. – Vol. 4(5). – P. 739-744
19. Laktulose: Effect auf die Morphologie Des Gastrointestinal-traktes und auf die Modulation der Immunfunktionen in probiotisch gefütterten Kalbern / S. Fleige [et al.] // 6. Bokusymposium tierernährung. – [2007]. – S. 73-79.

Поступила 15.03.2018 г.

УДК 636.087.6:547.458

М.С. ГРИНЬ, А.И. КОЗИНЕЦ

ВЛИЯНИЕ ЛАКТУЛОЗЫ НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ И УСВОЯЕМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ МОЛОДНЯКОМ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

Целью исследований стало изучение интенсивности обмена веществ у телят молочного периода при введении в рацион различных доз пребиотика лактулозы. Установлено, что скармливание телятам 6 г лактулозы на голову в сутки увеличивает переваримость сухого и органического веществ на 2,6 и 2,5 п. п., сырого протеина – на 3,0 п. п., сырого жира – на 1,0 п. п., БЭВ – на 2,7 п. п. и сырой клетчатки – на 16,5 п. п., а также способствует достоверному повышению потребления азота с кормами рациона на 4,8 % и его отложению в организме.

При включении в состав рациона телят 6 г лактулозы на голову в сутки повышается отложение кальция, фосфора и магния в организме в расчёте от общего количества потреблённых минералов на 2,7 п. п., 7,5 и 2,8 п. п.

Ключевые слова: телята, пребиотики, лактулоза, переваримость, питательность рационов.

M.S. GRIN, A.I. KOZINETS

EFFECT OF LACTULOSE ON DIGESTIBILITY AND INTAKE OF NUTRIENTS BY YOUNG CATTLE

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus on Animal Husbandry»

The aim of the research was to study the intensity of metabolism in calves during lactating period at various doses of prebiotic lactulose introduced into diet. It has been determined that feeding calves with 6 g of lactulose per animal per day increases the digestibility of dry and organic matter by 2.6 and 2.5 percentage points, crude protein by 3.0 percentage points, raw fat by 1.0 percentage points, BEV - by 2.7 percentage points and crude fiber - by 16.5 percentage

points, and also contributes to a significant increase in nitrogen consumption with diet feeds by 4.8% and its deposition in the body.

When 6 g of lactulose was included in the diet for calves per animal per day, the deposition of calcium, phosphorus and magnesium in the body increases, based on the total amount of minerals consumed by 2.7 p.p., 7.5 and 2.8 p.p.

Key words: calves, prebiotics, lactulose, digestibility, diet nutrition value.

Введение. Интенсивная технология выращивания животных искажает процессы формирования кишечного микробиотопа у новорождённых, состав которого характеризуется присутствием анаэробных спорообразующих бактерий, стафилококков, протей, плесневых и дрожжеподобных грибов. Одновременно значительно снижается уровень молочнокислой флоры и бифидобактерий, что в комплексе обуславливает существенное снижение защитного потенциала кишечной популяции у молодняка продуктивных животных [1, 2]. Под действием ряда технологических факторов нарушается микрoэкологическое равновесие кишечной микрофлоры, что приводит к доминированию потенциально вредной микробиоты. Нарушается эволюционно сложившееся равновесие в кишечнике, что приводит к развитию дисбактериоза и диареи [3].

Использование различных биологически активных веществ, способствующих повышению защитных функций организма, позволяет предотвратить развитие многих заболеваний у животных, в том числе диареи. Одним из таких полезных групп веществ являются пребиотики – неусваиваемые пищевые ингредиенты, обладающие избирательной стимуляцией роста и/или активности одного или нескольких видов бактерий толстого отдела кишечника и способствующие улучшению здоровья организма [4, 5].

Лактулоза является типичным представителем группы пребиотиков и представляет собой дисахарид, состоящий из остатков фруктозы и галактозы [6, 7]. Она не переваривается ферментной системой организма млекопитающих, однако в кишечнике служит субстратом полезной микрофлоры. Ферментами кишечной микрофлоры (бифидо- и лактобактериями) лактулоза расщепляется до органических кислот: молочной, уксусной и масляной, которые понижают pH среды и являются дополнительными источниками энергии [8, 9].

Лактулоза может модулировать иммунную систему и оказывать положительное влияние на слизистую кишечника. Некоторыми исследователями утверждается способность лактулозы к оздоровлению самого кишечника и одновременному отрицательному воздействию её на протеолитическую микрофлору, которая является потенциально патогенной [10, 11].

Целью работы стало изучение интенсивности обмена веществ у телят молочного периода при введении в рацион различных доз пре-

биотика лактулозы.

Материал и методы исследований. Для достижения поставленной цели проведён физиологический опыт по изучению переваримости питательных веществ, баланса и использования отдельных элементов питания в организме в условиях МТК «Березовица» ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области на телятах чёрно-пёстрой породы в возрасте 2 месяцев по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группы	Продолжительность опыта, дней	Количество животных в группе	Условия кормления
I контрольная	30	3	Основной рацион (ОР): молоко цельное, КР-1, овёс
II опытная	30	3	ОР + 2 г лактулозы в сутки
III опытная	30	3	ОР + 4 г лактулозы в сутки
IV опытная	30	3	ОР + 6 г лактулозы в сутки

Различия в кормлении заключались в том, что телятам контрольной группы скармливали в составе основного рациона цельное молоко и гранулированный комбикорм КР-1 в смеси с целым зерном овса в соотношении 80 и 20 % соответственно. Телята опытных групп получали дополнительно к рациону в составе молочных кормов на голову в сутки 2, 4 и 6 г в виде 60%-ного раствора лактулозы соответственно по группам. Продолжительность учётного периода физиологических исследований составило 7 дней.

Поедаемость кормов рациона определялась путём ежедневного контрольного взвешивания заданных кормов и их остатков. Качество кормов определяли в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». В кормах определяли: обменную энергию – расчётным путём по формулам, влагу – по ГОСТ 13496.3-92, сырой протеин – по ГОСТ 13496.4-93, п. 2 на автоматическом анализаторе азота по Кьельдалю ИДК-159, клетчатку – по методу Геннеберга-Штомана на FIWE-6, сырой жир – по ГОСТ 13496.15-97, золу – по ГОСТ 26226-95, п. 1, кальций – комплексометрическим методом в модификации А.Ф. Афанасьева, фосфор – по Фиске-Суббороу, макро- и микроэлементы – на атомно-адсорбционном спектрометре Optima 2100 DV.

Результаты эксперимента и их обсуждение. На основании расхода кормов определено фактическое потребление телятами питательных веществ рациона (таблица 2).

Таблица 2 – Потребление питательных веществ телятами, г/гол./сутки

Показатели	Группы животных			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	1389	1453	1446	1481
Органическое вещество	1314	1377	1369	1402
Сырой протеин	315	317	320	330
Сырой жир	287	277	285	295
БЭВ	687	751	734	747
Сырая клетчатка	25	32	30	30

Наибольшее среднесуточное поступление питательных веществ среди всех подопытных животных установлено у телят IV группы, которые получали с рационом 6 г лактулозы в сутки. Животные этой группы ежедневно потребляли на 6,6 и 6,7 % больше сухого и органического веществ, 4,8 % сырого протеина, 2,8 % сырого жира, 8,7 % БЭВ и 20,0 % сырой клетчатки больше по сравнению с контрольными аналогами.

Телята, получавшие в составе рациона 2 и 4 г лактулозы на голову в сутки, также превосходили контрольных животных по уровню потребления питательных веществ (кроме показателя сырой жир). Так, телята II группы потребили на 4,6 и 4,8 % больше сухого и органического веществ, на 0,6 % сырого протеина, на 9,2 % БЭВ и на 28,0 % сырой клетчатки в сравнении с контрольными показателями. Телята III группы потребляли на 4,1 и 4,2 % больше сухого и органического веществ, 1,6 % сырого протеина, 6,8 % БЭВ и 20,0 % сырой клетчатки по сравнению с животными контрольной группы.

Показателями, характеризующими питательную ценность и продуктивное действие рациона, являются коэффициенты переваримости питательных веществ, которые находятся в тесной корреляции с уровнем поступления питательных веществ в организм, соотношением между отдельными компонентами рациона и уровнем их выделения в продуктах обмена (таблица 3).

На основании полученных результатов по переваримости питательных веществ рационов при скармливании телятам различных дозировок лактулозы можно сделать заключение о повышении практически всех показателей в сравнении с контрольными аналогами. Наиболее высокие коэффициенты переваримости установлены у телят, получавших с рационом 6 г лактулозы в сутки. В данной группе установлено увеличение переваримости сухого и органического веществ на 2,6 и 2,5 п. п. ($P < 0,05$), сырого протеина – на 3,0 п.п. ($P < 0,05$), сырого жира – на 1,0 п. п. ($P < 0,05$), БЭВ – на 2,7 п. п. и сырой клетчатки – на 16,5 п. п. ($P < 0,05$).

Таблица 3 – Коэффициенты переваримости питательных веществ, %

Показатели	Группы животных			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	85,6±0,53	86,6±1,05	87,0±1,14	88,2±1,06
Органическое вещество	86,3±0,53	87,0±1,03	87,6±1,19	88,8±0,50*
Сырой протеин	85,5±0,4	86,1±1,13	86,3±1,68	88,5±0,52*
Сырой жир	96,6±0,16	97,3±0,45	97,2±0,53	97,6±0,23*
БЭВ	84,2±0,65	85,6±0,88	86,5±0,97	86,9±1,51
Сырая клетчатка	34,6±1,43	24,1±9,47	31,0±2,43	51,1±5,88*

Примечание: * - достоверно при P < 0,05

Переваримость питательных веществ рационов при скармливании телятам 2 и 4 г лактулозы на голову в сутки также была выше контрольных животных (за исключением сырой клетчатки). Так, у животных II группы коэффициенты переваримости сухого и органического веществ были на 1,0 и 0,7 п. п. выше контрольных значений, сырого протеина – на 0,6 п. п., сырого жира – на 0,7 п. п. и БЭВ – на 1,4 п. п. Телята III группы превосходили контрольных аналогов по переваримости сухого и органического веществ на 1,4 и 1,3 п. п., сырого протеина – на 0,8 п. п., сырого жира – на 0,6 п. п. и БЭВ – на 2,3 п. п. Показатель переваримости сырой клетчатки во II и III опытных группах снизился по сравнению с контрольным значением.

Суточное отложение в теле и степень использования азота телятами опытных групп представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Использование азота

Показатели	Группы животных			
	I	II	III	IV
Поступило с кормом, г	50,4±0,5	50,7±3,1	51,3±2,4	52,8±0,5*
Выделено с калом, г	7,3±0,5	7,1±0,8	7,1±1,0	6,1±0,3
Усвоено, г	43,1±0,6	43,6±2,5	44,2±2,0	46,7±0,6*
Выделено с мочой, г	14,6±0,6	14,0±1,4	14,1±1,5	15,1±1,3
Отложено, г	28,5±1,0	29,6±1,1	30,1±2,7	31,6±1,8
Отложено от принятого, %	56,5±2,0	58,4±1,4	58,7±4,3	59,8±3,1
Отложено от усвоенного, %	66,1±1,6	67,9±1,4	68,1±3,8	67,7±3,1

Значительных различий в поступлении азота в организм животных контрольной, II и III опытных групп не выявлено. Установлено достоверное повышение потребления азота с кормами рациона в IV опытной группе на 4,8 % (P<0,05) при введении в рацион 6 г лактулозы на голову в сутки. Выделение азота с калом у телят контрольной группы составило 14,5 % в расчёте от принятого и 29,0 % с мочой. Во II группе данные показатели составили 14,0 и 27,6 % соответственно, в III – 13,8 и 27,5 %, в IV – 11,6 и 28,6 %.

Положительный баланс азота установлен во всех опытных группах телят, в том числе в контрольной группе он был равен 28,5 г. При введении в рацион животных 2 г лактулозы увеличилось отложение азота на 1,1 г или 3,9 % в сравнении с контрольной группой, при скармливания 4 г лактулозы – на 1,6 г азота или на 5,6 % больше, при 6 г лактулозы – на 3,1 г азота или на 10,9 % больше контроля. Увеличение отложения азота в теле опытных телят можно объяснить повышением переваримости азотистых веществ корма, а также более высокой интенсивностью использования его в межсуточном обмене.

В опытных группах телят установлены более высокие показатели по отложению азота от принятого и усвоенного в сравнении с контрольными значениями. Так, в опытных группах отложение от принятого было выше в сравнении с контролем на 1,9-3,3 п. п., а отложение азота от усвоенного – на 1,6-2,0 п. п. больше.

Кальций и фосфор составляют 70-75 % минеральных веществ организма животных. Из этого количества около 90-99 % кальция и 80-87% фосфора входит в состав скелета и только 1-2,0% кальция и 13-20% фосфора содержится в мягких тканях. Дефицит этих двух элементов у растущих молодых животных вызывает заболевание рахитом. Уровень адсорбции кальция в кишечнике зависит от многих факторов, в том числе от уровня и соотношения с фосфором, наличия оксалатов в кормах и обеспеченности рациона витамином Д. Баланс кальция в организме телят, потреблявших с рационом различные количества лактулозы, представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Использование кальция и фосфора

Показатели	Группы животных			
	I	II	III	IV
Баланс кальция				
Поступило с кормом, г	12,1±0,16	12,4±1,19	12,4±0,84	12,8±0,19
Выделено с калом, г	3,5±1,06	3,9±0,61	3,9±0,58	3,4±0,32
Усвоено, г	8,6±1,07	8,5±0,59	8,5±0,63	9,4±0,49
Выделено с мочой, г	2,4±0,20	2,1±0,36	2,1±0,27	2,5±0,12
Отложено, г	6,2±1,23	6,4±0,62	6,4±0,88	6,9±0,45
Отложено от принятого, %	51,2±1,13	51,6±3,23	51,6±5,18	53,9±2,69
Отложено от усвоенного, %	72,1±6,37	75,3±4,05	75,3±4,55	73,4±1,32
Баланс фосфора				
Поступило с кормом, г	9,0±0,12	9,3±0,88	9,3±0,62	9,5±0,14
Выделено с калом, г	2,9±0,15	2,9±0,43	3,1±0,83	2,9±0,72
Усвоено, г	6,1±0,12	6,4±0,55	6,2±0,84	6,6±0,85
Выделено с мочой, г	4,5±0,25	4,1±0,68	4,2±0,81	4,2±0,89
Отложено, г	1,6±0,34	2,3±0,76	2,0±0,58	2,4±0,91
Отложено от принятого, %	17,8±3,87	24,7±3,97	21,5±5,87	25,3±3,64
Отложено от усвоенного, %	26,2±5,29	35,9±5,48	32,3±5,08	36,4±5,82

Установлен положительный баланс кальция во всех подопытных группах. С кормами рациона телята потребляли практически одинаковое количество этого элемента – 12,1-12,8 г. Выделение кальция с калом и мочой в контрольной группе составило 28,9 и 19,9 % от принятого с рационом. Во II и III опытных группах данные значения были одинаковыми и составили 31,5 и 16,9 %, в IV опытной группе – 26,6 и 19,5 % соответственно.

Наибольшее отложение кальция в организме отмечено у животных IV опытной группы, которым вводили в рацион ежедневно по 6 г лактулозы – на 0,7 г (или 11,3 %) выше в сравнении с контрольными аналогами. В организме телят II и III опытных групп отложение этого микроэлемента было несколько ниже, чем в IV группе, однако они превосходили контрольный показатель на 3,2 %. Аналогичная зависимость отмечена и по использованию в организме подопытных телят кальция от принятого с кормами.

Ежедневное поступление в организм телят фосфора составило 9,0 г в контрольной группе. При введении в рационы молодняка различных количеств лактулозы данный показатель увеличился в опытных группах на 3,3-5,6 %. Выделение фосфора из организма всех подопытных телят осуществлялось на 30,5-33,3 % с калом и на 44,1-50,0 % с мочой в расчёте от принятого с кормами рациона.

Наиболее высокий показатель усвоения фосфора установлен у телят IV группы, который превосходил контрольное значение на 8,2 %. Телята II и III опытных групп усвоили фосфора на 4,9 и 1,6 % больше контрольной группы. Аналогичная тенденция установлена и по отложению фосфора в организме телят. Так, животные IV группы отложили в организме фосфора на 0,8 г больше контрольных аналогов, а животные II и III групп – на 0,7 и 0,4 г больше контроля. Также установлено лучшее использование фосфора в опытных группах по показателям отложения от принятого и усвоенного минерала.

Около 60-70 % магния в организме сосредоточено в скелете, из которых 1/3 находится в связанной форме с фитатами, а 2/3 адсорбируются на поверхности костных кристаллов. В мягких тканях магний необходим для нормализации процессов нервно-мышечного возбуждения и активизации многих ферментных систем, участвующих в процессах фосфорилирования и декарбоксилирования, биосинтеза белка и образования антител. Ионы магния активизируют фосфатазу, пептидазу и другие ферменты. В мышцах магний образует активный магний – белковый комплекс, участвующий в процессах сокращения. Баланс магния при использовании в рационах телят различных количеств лактулозы представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Баланс магния

Показатели	Группы животных			
	I	II	III	IV
Поступило с кормом, г	1,31±0,03	1,44±0,26	1,40±0,17	1,43±0,04
Выделено с калом, г	0,85±0,20	0,90±0,13	0,91±0,12	0,91±0,09
Выделено с мочой, г	0,35±0,02	0,33±0,09	0,34±0,07	0,36±0,02
Отложено, г	0,11±0,21	0,21±0,12	0,15±0,09	0,16±0,10
Использовано от принятого, %	8,4±1,87	14,6±2,40	10,7±1,18	11,2±1,47

В организм телят опытных групп, дополнительно получавших с рационом лактулозу, поступило с кормом на 6,9-9,9 % магния больше контрольных аналогов. Однако его выделение из организма во всех группах было практически одинаковым. С калом выделялось 62,5-65,0 % потребленного магния, с мочой – 22,9-26,7 %. Установлено более высокое отложение магния в организме опытных телят в сравнении с контрольными на 0,1 г, 0,04 и 0,05 г соответственно.

Включение в рационы телят лактулозы в количестве 2 г, 4 и 6 г способствует более эффективному использованию в организме магния на 6,2 п. п., 2,3 и 2,8 п. п.

Заключение. Скармливание телятам 6 г лактулозы на голову в сутки увеличивает переваримость сухого и органического веществ на 2,6 и 2,5 п. п., сырого протеина – на 3,0 п. п., сырого жира – на 1,0 п. п., БЭВ – на 2,7 п. п. и сырой клетчатки – на 16,5 п. п., а также способствует достоверному повышению потребления азота с кормами рациона на 4,8 % и его отложению в организме.

Использование в составе рациона телят 6 г лактулозы на голову в сутки повышает отложение кальция, фосфора и магния в организме в расчёте от общего количества потреблённых минералов на 2,7 п. п., 7,5 и 2,8 п. п.

Литература

1. Панин, А. Н. Пробиотики – неотъемлемый компонент рационального кормления животных / А. Н. Панин, Н. И. Малик // Ветеринария. – 2006. – № 7. – С. 3-6.
2. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев. – Москва : НИЦ «Инженер», 1997. – 112 с.
3. Мирошникова, Н. Н. Повышения эффективности производства говядины и улучшение ее качества при использовании новых лактулозосодержащих антистрессовых препаратов : автореф. дис... канд. биол. наук / Мирошникова Н.Н. – Волгоград, 2009. – 24 с.
4. Lactulose increases bacterial diversity and modulates the swine faecal microbiome as revealed by 454-pyrosequencing / J. P. Chae [et al.] // Animal feed science and technology. – 2015. – P. 157-166
5. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics / R. Glenn [et al.] // Nutrition Research Reviews. – 2004. – Vol. 17. – P. 259–275
6. Milk lactose and lactulose determination by the differential pH technique / M. Luzzans

[et al.] // *Le Lait*, INRA Editions. - 2003. – Vol. 83(5). – P. 409-416.

7. Лактоза и её производные / Б. М. Синельников [и др.] ; науч. ред. акад. РАСХН А. Г. Храмцов. – СПб. : Профессия, 2007. – 768 с.

8. Panesar, P. S. Lactulose: production, purification and potential applications / P. S. Panesar, S. Kumari // *Biotechnol Adv.* – 2011. – Vol. 29(6). – P. 940-948

9. Lactulose and *Lactobacillus plantarum*, a Potential Complementary Synbiotic To Control Postweaning Colibacillosis in Piglets / A. A. Guerra-Ordaz [et al.] // *Applied and Environmental Microbiology.* – 2014. – Vol. 80(16). – P. 4879–4886

10. The immunomodulatory effect of lactulose on *Enterococcus faecium* fed preruminant calves / S. Fleige [et al.] // *Journal of Animal Science.* – 2009. – Vol. 87(5). – P. 1731-1738.

11. Schroedl, W. C-reactive protein and antibacterial activity in blood plasma of colostrum-fed calves and the effect of lactulose lactulose / W. Schroedl, L. Jaekel, M. Krueger // *J. Dairy Sci.* – 2003. – Vol.10. – P. 3313-3320.

Поступила 26.03.2018 г.