



Влияние фитонутриентов отдельно или в сочетании с монензином на продуктивность лактирующих молочных коров

J. Oh,* M. Harper,* C. H. Lang,† E. H. Wall,‡ and A. N. Hristov*¹

* Факультет животноводства, Университет штата Пенсильвания, Университетский парк 16802

† Кафедра клеточной и молекулярной физиологии, Университет штата Пенсильвания, Херши 17033

‡ Pancosma S.A., CH-1280, Женева, Швейцария

Аннотация

Данный эксперимент был проведен с целью изучения влияния фитонутриентов по сравнению с монензином в качестве положительного контроля на производительность, молочные жирные кислоты, мобилизацию жира и клетки крови у лактирующих молочных коров. 36 коров голштинской породы были использованы в 9-недельном исследовании с конструкцией полного блока. После 2-недельного ковариационного периода коров разделили по дням в молоке, паритету и удою и случайным образом распределили по одному из трех методов лечения (12 коров/метод): 450 мг/кор/сут монензина (МО), 250 мг/кор/сут капсикума + 450 мг/кор/сут МО (МОСАР) и 1000 мг/кор/сут смеси циннамальдегида, эвгенола и капсикума (СЕС). Потребление сухого вещества и удои молока не зависели от лечения. Добавка СЕС повысила эффективность кормления по сравнению с МО, но не повлияла на эффективность кормления на основе молока с поправкой на энергию. Состав молока (жир, белок и лактоза), профиль молочных жирных кислот и концентрация в крови неэстерифицированных жирных кислот и β -гидроксibuтирата также не были подвержены влиянию лечения. Экспрессия гормон-чувствительной липазы в жировых тканях имела тенденцию к увеличению при применении МОСАР по сравнению с МО. Количество лейкоцитов, нейтрофилов, лимфоцитов, эозинофилов и базофилов не зависело от лечения, хотя количество моноцитов снижалось под воздействием СЕС. Лечение не оказало влияния на эритроциты, гемоглобин и тромбоциты. Результаты показывают, что диетическое добавление СЕС и капсикума не оказало никакого производственного или иного воздействия на молочных коров по сравнению с МО, за исключением того, что СЕС повысил эффективность кормления и снизил количество моноцитов в крови.

Key words: фитонутриенты, удои, производительность, молочные коровы.

Введение

Фитонутриенты (PN) - это биологически активные соединения растительного происхождения, образующиеся в результате вторичного метаболизма в растениях (Patra, 2012). Хорошо известно, что PN обладают антимикробным действием и используются в качестве агентов самозащиты в растениях (Cowan, 1999). В исследованиях с жвачными животными PN использовались для изменения ферментации в рубце, повышения эффективности использования питательных веществ и увеличения продуктивности животных (Calsamiglia et al., 2007). Некоторые фенольные PN, такие как циннамальдегид (CIN), эвгенол (EUG) и капсикум (CAP), снижали концентрацию ацетата и повышали концентрацию пропионата в содержимом желудка КРС (Cardozo et al., 2006; Yang et al., 2010a). Пропионат повышает эффективность использования энергии рациона за счет увеличения поступления энергии через глюконеогенез, а повышение концентрации пропионата связано с уменьшением выработки метана у жвачных животных (Aschenbach et al., 2010; Janssen, 2010). Эти рубцовые эффекты PN схожи с эффектами обычных модификаторов рубца, таких как моненсин (МО). Как ионофорный антибиотик, МО известен тем, что избирательно ингибирует грамположительные бактерии, что приводит к снижению концентрации ацетата и повышению концентрации пропионата в рубце (Russell and Strobel, 1989).

В дополнение к руминальным эффектам, PN может оказывать поструминальные эффекты (Oh et al., 2017a). В исследованиях на нежвачных животных капсаицин, основное активное соединение в CAP, связывается со своим рецептором в кишечнике, вызывая опосредованные хозяином реакции (Holzer, 2011). CAP проявлял про- и противовоспалительное действие (Lee et al., 2011; Liu et al., 2013) и стимулировал мобилизацию жира (Azhar et al., 2016) и секрецию пищеварительных ферментов (Srinivasan, 2016) у кур, свиней и крыс. Эти эффекты можно было бы ожидать и у жвачных животных, если бы CAP обходил рубец. В исследовании с участием молочных коров абдоминальное введение CAP модулировало иммунную систему путем увеличения кол-ва Т-хелперных клеток (Oh et al., 2013). Кормовая добавка незащищенного CAP повысила доступность энергии за счет увеличения мобилизации жира без влияния на рубцовую ферментацию (Oh et al., 2015).

Выведение САР из рубцового тракта у коров составляет от 15 до 33% в зависимости от дозировки (Oh et al., 2016).

Поэтому мы предположили, что РН могут, благодаря своему рубцовому и пострубцовому действию, повышать производительность животных за счет улучшения эффективности использования питательных веществ. В данном исследовании изучалось рубцовое действие фенольных РН (СIN, ЕUG и САР) по сравнению с МО и потенциальное пострубцовое действие САР при добавлении вместе с МО. Цель - изучить влияние РН отдельно или в сочетании с МО на потребление корма, удой и состав молока, мобилизацию жира и клетки крови у лактирующих коров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Животные и обработки

Комитет по уходу и использованию животных Университета Пенсильвания одобрил все процедуры, использованные в данном эксперименте. Эксперимент проводился в Учебно-исследовательском центре жив-ва УП. В эксперименте участвовали 36 лактирующих голштинских коров (ср удой=46±8,8 кг; вес=676±75,8 кг; и 120±23,1 DIM в начале), распределенных по схеме с полным блоком. Коровы содержались в коровнике с песчаной подстилкой, оборудованном системой кормления Calan Broadbent (American Calan Inc., Northwood, NH) для измерения индивид. потребления корма. Перед началом эксперимента коровы были обучены пользоваться системой Calan и имели свободный доступ к пит. воде. Эксперимент длился 9 недель, включая 2-нед. ковариативный период, за которым следовал 7-нед. экспериментальный период, вкл. 3 недели для адаптации рациона и 4 недели для сбора данных и образцов. В ковариативный период коров кормили рационом, кот. состоял из (% от СВ) 39,0% кукурузного силоса, 16,6% люцернового сенажа, 2,5% травяного сена, 8,3% молотой и 1,6% дробленой кукурузы, 7,5% экстрагированного растворителем рапсового шрота, 7,4% муки из побочных продуктов конфет?, 5,8% термически обраб. цельных соевых бобов, 5% тростниковой патоки, 3,3% хлопковой шелухи, 2,7% минерально-витаминного премикса и 0,3% Optigen (Alltech Inc, Николасвилл, шт. Нью-Йорк) в качестве медленно высвобождающейся мочевины. Ковариативный рацион содержал (% от СВ) 14,9% СР, 31,2% NDF, 21,9% ADF, 44,4% NFC и 1,56 мкал/кг NEL.

Эксперим. рацион (Табл.1) был составлен так, чтобы удовлетворить или превысить потребности коров в пит. веществах на основе NRC (2001), исходя из их ср. DMI (30,2 кг/сут), вес (671 кг), удоя (47,1 кг/сут) и состава молока (3,80% мол. жира, 3,20% белка и 4,78% лактозы) в ковариативный период.

Коровы были разбиты на блоки по 3 головы в зависимости от DIM, паритета и удоя в течение

ковариативных периодов. Коровы в блоке были случайным образом распределены на 1 из видов лечения (12 коров/лечение): 450 мг/день МО (Румензин, Elanco Animal Health, Greenfield, IN), 450 мг/сут МО+250 мг/сут продукта, содержащего 20% САР (XTRACT CapsXL, Pancosma; МОСАР), и 1000 мг/сут смеси из 5,5% СIN, 9,5% ЕUG и 3,5% САР (XTRACT Ruminant; СЕС). Дозы РН были определены из исследований (Oh et al., 2015; Oguey and Wall, 2016). Коровы получали базовый рацион ad libitum один раз в день утром, ориентируясь на 10% отказов. Лечебные препараты добавлялись сверху, смешиваясь с порцией (примерно 500 г) ПКС. Всех коров доили дважды в день в 06:00 и 18:00.

Табо. 1. Ингредиентный и хим. состав рациона, кот. кормили во время эксперимента

Предмет	Измерения
Ингредиент, % СВ	
кукурузный силос ¹	41.0
травяной силос ²	13.0
травяное сено	5.00
семя хлопчатника	4.00
Зерно кукурузы	9.30
Семена сои ³	7.00
Рапсовый шрот ⁴	8.70
Соевый шрот ⁵	5.00
Патока ⁶	5.00
Витаминно-минеральный премикс ⁷	2.00
Состав, % СВ	
СР ⁸	16.4
RDP ⁹	10.4
RUP ⁹	6.0
NDF ⁸	32.1
ADF ⁸	21.2
NE _L , Mcal/kg ⁸	1.55
Ca ⁸	0.7
P ⁸	0.4
NFC ⁹	43.1
Average NE _L balance, ¹⁰ Mcal/d	(3.6, 2.1, 0.8)
Average MP balance, ¹⁰ g/d	(213, 109, 68.0)

¹Кукурузный силос был 39,5% DM и содержал (на основе СВ) 6,8% СР, 38,1% NDF и 34,5% крахмала.

²Сенаж был 36,8% СВ и содержал (на основе СВ) 20,2% СР и 45,0% NDF.

³Семена сои содержали (на основе СВ) 37,4% СР.

⁴Каноловая мука содержала (на основе СВ) 42,4% СР.

⁵Соевая мука (на основе СВ) 46,6% СР.

⁶Патока (Westway Feed Products, Tomball, TX) содержала (на основе СВ) 3,9% СР и 66% общего сахара

⁷Премикс (Cargill Animal Nutrition, Cargill Inc., Roaring Spring, PA) содержал (% на основе "как есть") смесь микроэлементов, 1,88; MgO (54% Mg), 8,0; NaCl, 24,9; витамин ADE премикс (Cargill Animal Nutrition, Cargill Inc.), 0,41; известняк, 36,8; селен, 0,13; и сухое зерно кукурузы с растворителями, 29,0. Ca, 14,4%; P, 0,75%; Mg, 2,48%; K, 0,28%; S, 0,50%; Se, 12,8 мг/кг; Cu, 651 мг/кг; Zn, 3,433 мг/кг; Fe, 798 мг/кг, вит. А, 195,290 МЕ/кг; вит. D, 62,500 МЕ/кг; и витамин Е, 1,863 МЕ/кг.

⁸ Значения, рассчитанные по результатам химического анализа (Cumberland Valley Analytical Services Inc., Maugansville, MD) ингредиентов рационов питания.

⁹ Оценка на основе данных NRC (2001).

¹⁰Рассчитано на основе NRC (2001) с использованием фактического DMI, удоя, состава молока и веса коров в течение всего испытания (монензин, монензин+капсикум, и циннамальдегид, эвгенол и капсикум, соотв.).

Отбор проб и анализы

Индивид. потребление корма, удой и вес коров (система весов AfiFarm 3.04E; S.A.E. Afikim, Реховот, Израиль) регистрировались ежедневно в течение всего эксперимента. Еженедельные комбин. образцы ПКС и отказных кормов готовились из подпроб, собранных дважды в неделю. Пробы кормов и концентратов отбирались еженедельно. Составные образцы ПКС, кормов и концентратов высушивались в печи при 65°C до постоянного веса и измельчались через 1-мм сито, после чего анализировались на содержание CP (AOAC International, 2000), NDF (Van Soest et al., 1991), ADF (AOAC International, 2000), эфирного экстракта (AOAC International, 2006), Ca (AOAC International, 2000), P (AOAC International, 2000) и расчетного NFC (NRC, 2001) и NEL (NRC, 2001) компанией Cumberland Valley Analytical Services (Maugansville, MD). Анализ OM проводился путем озоления образцов ПКС в течение 4 ч при 600°C.

Образцы для анализа состава молока были взяты из вечернего и утреннего доения на 2-й неделе ковариантного периода и на 4, 5 и 6-й неделях эксперим. периода. Один набор образцов молока консервировали 2-бром-2-нитропропан-1,3-диолом и передавали в лабораторию Dairy One (Итака, штат Нью-Йорк) для анализа молочного жира, чистого белка, лактозы, КСК и MUN с помощью инфракрасной спектроскопии (MilkoScan 4000; Foss Electric, Хиллерёд, Дания). Данные о составе молока были взвешены для соответств. вечерних и утренних надоев. Второй набор образцов молока был собран без консерванта и заморожен при -20°C для анализа жирных кислот молока. Образцы молока были составлены по коровам в зависимости от удоя в дни отбора проб и проанализированы на содержание жирных кислот в молоке в соотв. с процедурой, описанной Рико и Харватином (2013).

Для анализа гематологии, жирных кислот и ВНВ образцы крови собирали из копчиковой хвостовой вены или артерии через 2 ч после кормления на 1 день на 5-й и 6-й неделях эксперим. периода. Образцы крови (приблизительно 10 мл) собирали в вакуумированные пробирки, содержащие EDTA (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ), хранили в холодильнике при 4°C и анализировали на гематологию в тот же день. Анализ включал количество эритроцитов, гемоглобин, гематокрит, количество тромбоцитов, средний объем тромбоцитов и общее количество лейкоцитов, включая общее количество нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов, эозинофилов и базофилов с помощью автоматического гематолог. анализатора (HemaVet; Drew Scientific, Oxford, CT). Отдельный набор образцов крови был собран в пробирки, содержащие EDTA (BD Biosciences).

Плазма крови отделялась центрифугированием при 1 500 × г при 4°C в течение 15 мин и хранилась при -80°C для анализа жирных кислот и ВНВ. Для определения содержания жирных кислот и ВНВ в крови использовались ферментативные колориметрические методы [NEFA-HR(2) и Autokit 3-HB, соответственно, Wako Diagnostics, Mountain View, CA]. Мин-льно определяемые уровни этих методов составляли 0,0014 мкмоль/л (эквивалент олеиновой кислоты) и 3 мкмоль/л для жирных кислот и ВНВ, соответств.

Биопсии жировой ткани (около 1 г) были взяты из области головы хвоста (Smith and McNamara, 1989) на 1 день 7-й недели эксперим. периода для анализа гормон-чувствительной липазы (HSL). Жировую ткань немедленно помещали в реактив Trizol (Qiagen, Valencia, CA) и хранили при -80°C. Вестерн-блот анализ проводили с использованием процедуры выделения белка, как описано производителем (https://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/trizol_reagent.pdf). Концентрацию белка в гомогенате каждой ткани определяли количественно (Bio-Rad Protein Assay, Hercules, CA), и проводили SDS-PAGE, используя равное количество общего белка на образец. Каждая поливинилдендифторидная мембрана была окрашена Ponceau S (Aqua Solutions, Deer Park, TX) для проверки равной загрузки белка. Тридцать микрограммов экстракта общего белка разделяли на 10% геле SDS-PAGE. Блотты затем блокировали в 5% обезжиренном сухом молоке и инкубировали в течение ночи с первичным антителом к HSL (Cell Signaling Technology, Beverly, MA; #4107; разведение 1:1,000) при 4°C. Блотты промывали соответств. вторичным антителом (конъюгированным с пероксидазой хрена козьим антирабитовым IgG; разведение 1:2 000) и обрабатывали для обнаружения белка с помощью хемиллюминесцентного субстрата Super Signal (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA) в соотв. с инструкциями произв-ля (https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/LSG/manuals/MAN0015920_2162617_SuperSigWestPicoPLUS_Chemil_Substr_UG.pdf). Блотты были визуализированы с помощью FluorChem (ProteinSimple, Сан-Хосе, Калифорния), а плотность в линейном диапазоне была определена с помощью ImageJ (NIH, Бетесда, MD). Этот анализ проводился только для МО и МОСАР для изучения влияния САР на HSL.

Статистический анализ

Данные анализировались с помощью процедуры MIXED в SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC). Выпадающие значения были удалены с помощью процедуры REG в SAS на основ. абсолютного знач-ия остатка по Стьюденту >3. Данные были проверены на нормальность с помощью процедуры UNIVARIATE в SAS. Данные по гематологии были преобразованы в

Табл 2. Влияние фитонутриентов на производительность и состав молока у молочных коров

Предмет	Обработка ¹			SEM ²	P-значение
	МО	МОСАР	СЕС		Обработка
DMI, кг/сут	31.4	31.2	30.3	0.52	0.26
Удой, кг/сут	46.3	48.3	47.7	0.81	0.18
Производительность корма, ³ кг/кг	1.48 ^b	1.55 ^{ab}	1.58 ^a	0.028	0.04
Жир, %	4.06	4.00	4.15	0.134	0.73
Выход, кг/сут	1.95	1.94	1.98	0.070	0.93
ЕСМ, ⁴ кг/сут	45.7	46.7	46.0	1.54	0.89
ЕСМ производительность	1.47	1.50	1.54	0.052	0.67
Чистый белок, %	2.99	2.99	2.99	0.025	0.98
Выход, кг/сут	1.44	1.46	1.41	0.031	0.46
Лактоза, %	4.79	4.81	4.81	0.030	0.82
Выход, кг/сут	2.33	2.35	2.28	0.060	0.74
TS, %	11.6	11.5	11.7	0.13	0.75
Milk NEL, Мкал/сут	34.1	34.8	34.3	1.15	0.89
MUN, mg/100 мл	12.0	12.2	12.2	0.27	0.89
КСК, ×10 ³ клеток/мл	53.4	89.2	140	56.83	0.42
Масса тела, кг	701	696	699	3.7	0.61

^{ab} В одном ряду средства без общей надстрочной буквы различаются (P < 0,05).

¹ МО = 450 мг/сут монензина; МОСАР = 450 мг/сут МО и 250 мг/сут капсикума; СЕС = 1000 мг/сут смеси циннамальдегида, эвгенола и капсикума.

² Показан наивысший SEM; n = 137 для потр-ния СВД, удоя, эффективности кормления и веса, n = 36 для изменения веса и n = 108 для всех остальных переменных (n представляет собой кол-во наблюдений, использованных в статист. анализе).

³Выход молока ÷ Потребление сухого вещества.

⁴ Молоко с энергетической коррекцией (кг/сут) = удой (кг/сут) × (383 × % жира + 242 × % чистого белка + 165,4 × % лактозы + 20,7) ÷ 3,140 (Sjaunja et al., 1990).

логарифмическую форму, поскольку W-статистика теста Шапиро-Уилка была <0,05; все остальные данные были нормально распределены.

Усредненные по неделям данные по DMI, надою и составу молока, расчетной эффек-сти корма, весу и данные по гематологии, жирным кислотам крови и ВНВ были проанализированы с использованием недели в кач-ве повторной меры, предполагая ковариационную стр-ру AR(1). Статистическая модель включала неделю, лечение, взаим-вие лечения и недели и ковариационный термин. Ковариативный показатель в стат. модели только для DMI, удоя и состава молока, расчетной эффективности корма и веса. Блок и блок × лечение были приняты в качестве случайных эффектов, в то время как лечение, неделя, и неделя × лечение были фиксированными эффектами. Данные для HSL и жирных кислот молока были проанализированы с помощью той же модели, искл. неделю и взаим-вие "лечение × неделя".

Если основной эффект от лечения был значительным, ср. значения разделялись с помощью парного t-теста (опция pdiff в PROC MIXED). Статистические различия были объявлены при P<0,05. Различия между обработками при 0,05≤P<0,10 рассматривались как тенденция к значимости. Данные представлены как ср. значение по методу наименьших квадратов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по DMI, удою и составу молока представлены в табл. 2. Обработка не оказала влияния

на DMI и удой. В сравн. с МО, СЕС повысил (P = 0,04) эфф-сть кормл., но не повлиял на эфф-сть кормл. ЕСМ. Состав молока (жир, чист. белок и лактоза), NEL, MUN, SCC и вес не зависели от обработки. Обработка не повлияла на жирнокислотный профиль молока (табл. 3).

Исследования, изучающие влияние CIN, EUG и CAP на произ-сть мясного и молочного скота, немногочисленны, а результаты противоречивы. Yang и др. (2010b) наблюдали увеличение DMI и ССП при использовании 400, 800 и 1600 мг/голову в день CIN у мясного скота. Смесь из 3 PN (CIN, EUG и CAP; 800 мг/голову в день) увеличила ССП в исследовании с исп-ием мясного скота (Compiani et al., 2013). У молочных коров CAP повышал удой или эфф-сть использов. корма (Oh et al., 2015; Stelwagen et al., 2016; Oh et al., 2017b). Oguey и Wall (2016) повторно показали, что удой молока был выше у коров, которых кормили той же смесью, которая использовалась в исследовании (СЕС); однако в др. исследованиях не сообщалось о влиянии CIN, EUG или CAP на прод-сть жвачных животных. Например, добавление в рацион CIN (1 г/день или 50 мг/кг суточного рациона) не оказало влияния на прим. СВ, удой и состав молока у молочных коров (Benchaar et al., 2008; Benchaar, 2016). В исследованиях с мясным и молочным скотом не было отмечено влияния EUG на ССП и удой (Yang et al., 2010c; Benchaar et al., 2012, 2015). Tager и Krause (2011) и Tekippe и др. (2013) не наблюдали никакого влияния на прод-сть коров, получавших смесь из 17% CIN и

Табл 3. Effect of phytonutrients on milk fatty acids (g/100 g of total fatty acids) in dairy cows

Item	Treatment ¹			SEM ²	P-value
	MO	MOCAP	CEC		Treatment
4:0	4.07	4.52	4.00	0.199	0.16
6:0	2.27	2.47	2.17	0.120	0.20
8:0	1.26	1.38	1.18	0.071	0.14
10:0	2.92	3.17	2.65	0.186	0.16
12:0	3.26	3.47	2.91	0.205	0.16
14:0	10.1	10.5	9.48	0.508	0.37
14:1	0.72	0.75	0.62	0.042	0.11
15:0	0.86	0.97	0.82	0.055	0.15
16:0	23.4	25.8	23.1	1.05	0.16
16:1	0.89	0.93	0.89	0.054	0.80
17:0	0.41	0.44	0.41	0.020	0.45
18:0	10.9	11.4	11.0	0.60	0.82
18:1 <i>trans</i> 4	0.03	0.03	0.03	0.002	0.37
18:1 <i>trans</i> 5	0.02	0.02	0.02	0.001	0.47
18:1 <i>trans</i> 6–8	0.29	0.32	0.30	0.018	0.46
18:1 <i>trans</i> 9	0.24	0.27	0.23	0.014	0.21
18:1 <i>trans</i> 10	0.50	0.53	0.49	0.036	0.73
18:1 <i>trans</i> 11	0.99	1.19	1.00	0.074	0.13
18:1 <i>trans</i> 12	0.50	0.59	0.50	0.035	0.11
18:1 <i>cis</i> 9	16.2	15.7	15.8	0.65	0.86
18:1 <i>cis</i> 11	0.66	0.70	0.68	0.045	0.85
18:2 <i>cis</i> 9, <i>cis</i> 12	3.09	3.17	3.00	0.159	0.77
20:0	0.12	0.13	0.12	0.006	0.77
18:3	0.28	0.40	0.38	0.055	0.24
CLA <i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11	0.45	0.49	0.42	0.034	0.39
Σ <i>trans</i> fatty acids	2.56	2.88	2.56	0.172	0.33
Σ MUFA	21.0	21.2	20.6	0.90	0.90
Σ PUFA	3.81	4.06	3.81	0.195	0.59
<i>trans</i> 10 + <i>trans</i> 11	1.49	1.68	1.49	0.108	0.33
<i>trans</i> 10 ÷ <i>trans</i> 11 ³	0.51	0.46	0.49	0.027	0.37

¹MO = 450 mg/d of monensin; MOCAP = 450 mg/d of MO and 250 mg/d of capsicum; CEC = 1,000 mg/d of a blend of cinnamaldehyde, eugenol, and capsicum.

²Highest SEM shown; n = 36 for all variables (n represents number of observations used in the statistical analysis).

³%/%.

28% EUG. Вероятно, что различия в хим. свойствах акт. соединений, дозах и видах животных привели к разл. ответам в разн. исследованиях. Производ. эффекты PN сравнивались с эффектами MO из-за перв. догмы, что PN может действовать как ест. модификаторы рубца (Calsamiglia et al., 2007). Смесь CIN и EUG (400 мг/мг/сут) увеличила ССП в сравн. с MO у быков, не оказывая влияния на DMI (Geraci et al., 2012). Однако Бенчаар (2016) сообщил, что у молочных коров CIN (50 мг/кг рациона СВ) не влияет на DMI, удой и состав молока по сравнению с MO (24 мг/кг DM). Это соответствует исследованию Charman et al. (2017), где CIN (1 и 2 мг/кг массы) не оказывал влияния на DMI или ССП в сравн. с MO (1 мг/кг массы) у мол. коров. В исследовании мы не обнаружили разницы между PN и MO в удоях. Повышение эфф-сти кормления с помощью СЕС может быть следствием незначит. снижения DMI при этом методе лечения в срав. с MO. Отсутствие влияния леч. на жир. кис-ты молока в исс-вании

согласуется с др. отчетам с PN. Benchaar et al. (2015) сообщили, что прикорм EUG (50 мг/кг DMI) не повлиял на жирные кислоты у молочных коров. Корм. добавки CIN и CAP не оказывали никакого или незнач. влияния на ЖК у мол. коров (Benchaar and Chouinard, 2009; Oh et al., 2015). Концентрации ЖК и ВНВ в крови были схожи между методами лечения (Таблица 4). По сравнению с MO, MOCAP имел тенденцию к увеличению (P = 0,09) экспрессии HSL в жир. ткани хвостовой обл-ти (Рис. 1).

Отсутствие влияния леч. на уровень ЖК и ВНВ в крови в эксперименте означает, что PN не влиял на мобилизацию жира в срав. с MO. Капсаицин и CINувеличивали мобилизацию жира в исследованиях с нежвачными животными (Azhar et al., 2016). У коров корм. добавка CAP повышала концентрацию ВНВ или ЖК в крови (Oh et al., 2015, 2017b), не влияя на ферментацию в рубце и DMI. Влияние CIN, EUG или CAP на подвижность жира, не

Табл. 4. Влияние фитонутриентов на концентрацию ЖК и ВНВ в крови молочных коров

Пр.	Лечение			SEM ²	P-значение
	МО	МОСАР	СЕС		
ЖК, μM	100	98.6	97.1	4.70	0.86
ВНВ, μM	397	432	433	20.6	0.33

¹МО = 450 мг/сут монензина; МОСАР = 450 мг/сут МО и 250 мг/сут капсикума; СЕС = 1000 мг/сут смеси циннамальдегида, эвгенола и капсикума.

²Показан наивыс. SEM; n = 72 для всех переменных (n представляет собой число наблюдений, использ. в стат. анализе).

было послед. в исследованиях на жвачных животных. Добавка CIN (от 400 до 1 600 мг/сут/гол) в 4 раза снижала концентрацию ЖК в крови быков и мясных коров, из-за более выс. поступления энергии за счет увеличения DMI (Yang et al., 2010a,b). Однако такое же кол-во EUG (от 400 до 1 600 мг/день на голову) не повлияло на сод-ние ЖК в крови мясных коров (Yang et al., 2010c). Calsamiglia et al. (2009) использовали ту же смесь (17% EUG, 11% CIN и 7% САР), что и СЕС в исследовании, и наблюдали снижение ЖК в крови только у молочных коз перед родами. МОСАР немн. увеличил экспрессию HSL в жир. ткани в срав. с МО в исследовании. Являясь внутриклет. липазой, HSL гидролизует триглицериды в ЖК (Lampidonis et al., 2011); она является одним из осн. регуляторов липолиза жир. ткани и ингибируется инсулином.

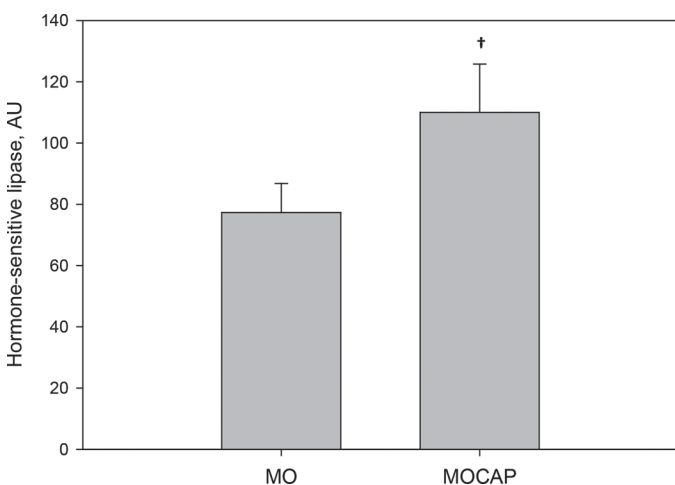


Рис. 1. Влияние капсикума на гормоночувствительную липазу (ср. значение \pm SE) в жир. ткани хвостовой части головы у мол. коров. МО = 450 мг/сут монензина; МОСАР = 450 мг/сут МО и 250 мг/сут капсикума. Рез-ты выражены в произвольных единицах (AU). Общий эффект лечения (n = 24; n - кол-во наблюдений, использ. в стат. анализе). †P = 0,09, МО против МОСАР.

САР и капсаицин снижали концентрацию инсулина в крови у крыс и людей (Ahuja et al., 2006; van de Wall et al., 2006). У мол. коров корм. добавка САР, защищенного рубцом (100 и 200 мг/сут/гол), снижала концентрацию инсулина (Oh et al., 2017b). Возможно, САР стимулировал HSL путем снижения концентрации инсулина в исс-нии, хотя это не может быть подтверждено, т.к. инсулин не анализировался.

На кол-во общих лейкоцитов, нейтрофилов, лимфоцитов, эозинофилов и базофилов лечение не повлияло (Табл 5). На проц. соотношение нейтрофилов, лимфоцитов, эозинофилов и базофилов к общ. кол-ву лейкоцитов лечение не повлияло. Кол-во моноцитов имело тенденцию к снижению (P = 0,10) в случае СЕС в срав. с МО. Кол-во лейкоцитов в исследовании находилось в пределах нормы для мол. коров: от 4 000 до 12 000, от 600 до 4 100, от 2 500 до 7 500, от 0 до 1 200 и от 0 до 2 400 клеток/мкл для общ. кол-ва лейкоцитов, нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов и эозинофилов, соотв-но (Kramer, 2000). Красные кровяные тельца, концентрация гемоглобина и тромбоциты были схожи между методами лечения.

Моноциты явл. одним из видов белых кровяных телец и составляют от 2 до 7% от общ. кол-ва белых кровяных телец у КРС (Jones and Allison, 2007). Периферические моноциты попадают в ткани и дифференцируются в макрофаги, главные клетки-уборщики имм. системы, во время бактер. инфекции (Ginhoux and Jung, 2014). В исс-нии СЕС имела тенденцию к снижению кол-ва моноцитов в срав. с МО. В исс-ниях сообщалось о регуляторном влиянии CIN, EUG и САР на моноциты и макрофаги. У нежвач. животных CIN проявлял противовосп. реакцию, снижая уровень восп. цитокинов, таких как IL-1 и фактор некроза опухоли, выраб. мышинными макрофагами (Chao et al., 2005, 2008). Liu et al. (2012) показали, что фактор некроза опухоли ингибируется CIN и EUG в макрофагах свиней с или без имм/стимуляторов. Добавка САР уменьшила кол-во макрофагов у свиней, зараж. кишечной палочкой (Liu et al., 2013). Фитонутриенты активируют каналы переходного рецепторного потенциала, экспрессируемые на нейронах, эпителии кишечника и имм. клетках (Holzer, 2011). У млекопитающих переход. рецептор. потенц. каналы действуют как вторич. преобразователи активации клеток. Эти физиолог. эффекты PN могут иметь место и у жвачных животных, если PN минует рубец. Фенольные PN устойчивы к микробной деградаци. Franz et al. (2010) сообщили в исс-нии непрерывной культуры, что некот. фенольные PN показали степень восстановления до 60% после 12 ч инкубации in vitro.

Табл. 5. Влияние фитонутриентов на клетки крови у коров

Предмет	Лечение ¹			SEM ²	P-значение
	МО	МОСАР	СЕС		Лечение
Белые кровяные клетки, 10 ³ /μL	7.95	7.90	7.32	0.416	0.47
Нейтрофилы	3.51	3.63	3.59	0.228	0.96
Лимфоциты	3.57	3.17	2.95	0.234	0.15
Моноциты	0.27	0.27	0.20	0.030	0.10
Эозинофилы	0.59	0.53	0.52	0.054	0.59
Базофилы	0.015	0.013	0.013	0.0018	0.55
Процент от общего количества					
Нейтрофилы	44.4	46.1	48.8	1.96	0.29
Лимфоциты	44.6	43.4	40.5	2.06	0.37
Моноциты	2.98	3.45	2.84	0.211	0.12
Эозинофилы	7.44	6.86	7.18	0.784	0.97
Базофилы	0.20	0.17	0.20	0.023	0.53
Neutrophils:lymphocytes	1.02	1.17	1.28	0.107	0.23
Красный кровяные клетки, 10 ⁶ /μL	6.01	6.22	6.17	0.102	0.34
Гемоглобин, g/dL	9.61	9.67	9.47	0.146	0.63
Тромбоцит, 10 ³ /μL	328	307	327	14.1	0.49
Гематокрит, %	26.3	26.8	26.0	0.47	0.50
Средний объем corpusculы, fL	44.0	43.1	42.2	0.73	0.23
Средний corpusкулярный гемоглобин, pg	16.1	15.6	15.4	0.22	0.06
Средняя концентрация corpusкулярного гемоглобина, g/dL	36.2	36.2	36.5	0.26	0.61
Ширина распределения красных клеток, %	22.0	21.1	21.5	0.47	0.45
Средний объем тромбоцитов, fL	6.64	6.59	6.43	0.155	0.61

¹МО = 450 мг/сут монензина; МОСАР = 450 мг/сут МО и 250 мг/сут капсикума; СЕС = 1000 мг/сут смеси циннамальдегида, эвгенола и капсикума.

² Показан наивыс. SEM; n = 70 для всех переменных (n представляет собой кол-во наблюдений, использов. в статистическом анализе).

Oh et al. (2016) сообщили, что скорость выхода капсаицина из рубца составляет от 15 до 33% в зависимости от дозы. В исс-нии СЕС снизил кол-во моноцитов, за счет регуляторных эффектов в ЖКТ, хотя количество СЕС, доставл. в ЖКТ, не оценивалось. Этот результат позволяет предположить, что добавление СЕС может уменьшить чрезмерный моноцитоз, вызванный бактериаль. инфекцией у мол. коров (Roland et al., 2014). Коровы в исс-нии не подвергались иммун. вызову; иммун. клетки могут по-разному реагировать на РН, когда им бросают вызов активирующие молекулы, такие как LPS (Liu et al., 2012; Oh et al., 2017c). В исс-ниях с жвачными животными, CIN, EUG и САР не влияли на моноциты. Добавление CIN и EUG (400, 800 и 1600 мг/сут/гол) в рацион растущего мясного скота не повлияло на кол-во моноцитов (Yang et al., 2010a,c). Несколько исс-ний на мол. коровах показали, что САР не влияет на моноциты (Oh et al., 2013, 2015, 2017c); необходимы дальн. исс-ния влияния РН на моноциты и скорости шунтирования РН в рубце.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исс-нии на надое, состав молока и эфф-сть кормления дойных коров не повлияла добавка САР к рациону, содерж. МО. Смесь РН (СЕС) не оказала влияния на показатели лактации, за исключ. повышения эфф-сти испол-ния корма в сравн. с МО.

Незначит. увеличение кол-ва моноцитов в крови и HSL указывает на возможные пострубцовые эффекты РН. Дальнейшие исс-ния должны быть направлены на изучение скорости шунтирования рубца и потенц. пострубцовых эффектов фенольного РН у молочных коров.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы благодарят компанию Pancosma S.A. (Женева, Швейцария) за частичную финансовую поддержку данного проекта, Централизованную биологическую лабораторию Университета штата Пенсильвания за подсчет клеток крови, а также сотрудников Учебно-исследовательского молочного центра Университета штата Пенсильвания за добросовестный уход за подопытными коровами.

ССЫЛКИ

- Ahuja, K. D., I. K. Robertson, D. P. Geraghty, and M. J. Ball. 2006. Effects of chili consumption on postprandial glucose, insulin, and energy metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 84:63–69.
- AOAC International. 2000. *Official Methods of Analysis*. 17th ed. AOAC International, Arlington, VA.
- AOAC International. 2006. *Official Methods of Analysis*. 18th ed. AOAC International, Arlington, VA.
- Aschenbach, J. R., N. B. Kristensen, S. S. Donkin, H. M. Hammon, and G. B. Penner. 2010. Gluconeogenesis in dairy cows: The secret of making sweet milk from sour dough. *IUBMB Life* 62:869–877.

- Azhar, Y., A. Parmar, C. N. Miller, J. S. Samuels, and S. Rayalam. 2016. Phytochemicals as novel agents for the induction of browning in white adipose tissue. *Nutr. Metab. (Lond.)* 13:89.
- Benchaar, C. 2016. Diet supplementation with cinnamon oil, cinnamaldehyde, or monensin does not reduce enteric methane production of dairy cows. *Animal* 10:418–425.
- Benchaar, C., and P. Y. Chouinard. 2009. Short communication: Assessment of the potential of cinnamaldehyde, condensed tannins, and saponins to modify milk fatty acid composition of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:3392–3396.
- Benchaar, C., F. Hassanat, and H. V. Petit. 2015. Dose–response to eugenol supplementation to dairy cow diets: Methane production, N excretion, ruminal fermentation, nutrient digestibility, milk production, and milk fatty acid profile. *Anim. Feed Sci. Technol.* 209:51–59.
- Benchaar, C., A. Lettat, F. Hassanat, W. Z. Yang, R. J. Forster, H. V. Petit, and P. Y. Chouinard. 2012. Eugenol for dairy cows fed low or high concentrate diets: Effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, rumen microbial populations and milk fatty acid profile. *Anim. Feed Sci. Technol.* 178:139–150.
- Benchaar, C., T. A. McAllister, and P. Y. Chouinard. 2008. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, quebracho condensed tannin, or yucca schidigera saponin extracts. *J. Dairy Sci.* 91:4765–4777.
- Calsamiglia, S., S. Cavini, A. Bouattour, A. Ferret, and D. Bravo. 2009. Essential oils may reduce the risk of ketosis in dairy goats carrying twins. *J. Dairy Sci.* 92(E-Suppl. 1):375. (Abstr)
- Calsamiglia, S., M. Busquet, P. W. Cardozo, L. Castillejos, and A. Ferret. 2007. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90:2580–2595.
- Cardozo, P. W., S. Calsamiglia, A. Ferret, and C. Kamel. 2006. Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 84:2801–2808.
- Chao, L. K., K.-F. Hua, H.-Y. Hsu, S.-S. Cheng, I. F. Lin, C.-J. Chen, S.-T. Chen, and S.-T. Chang. 2008. Cinnamaldehyde inhibits pro-inflammatory cytokines secretion from monocytes/macrophages through suppression of intracellular signaling. *Food Chem. Toxicol.* 46:220–231.
- Chao, L. K., K.-F. Hua, H.-Y. Hsu, S.-S. Cheng, J.-Y. Liu, and S.-T. Chang. 2005. Study on the antiinflammatory activity of essential oil from leaves of *Cinnamomum osmophloeum*. *J. Agric. Food Chem.* 53:7274–7278.
- Chapman, C. E., H. Chester-Jones, D. Ziegler, J. A. Clapper, and P. S. Erickson. 2017. Effects of cinnamaldehyde or monensin on performance of weaned Holstein dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 100:1712–1719.
- Compiani, R., C. A. Sgoifo Rossi, A. Pizzi, and V. Dell’Orto. 2013. Administration of essential oils cinnamaldehyde, eugenol, and capsicum to beef cattle: Effects on health status and growth performance. Pages 177–180 in *Trends in Veterinary Sciences: Current Aspects in Veterinary Morphophysiology, Biochemistry, Animal Production, Food Hygiene and Clinical Sciences*. C. Boiti, A. Ferlazzo, A. Gaiti, and A. Pugliese, ed. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12:564–582.
- Franz, C., K. H. C. Baser, and W. Windisch. 2010. Essential oils and aromatic plants in animal feeding—A European perspective. A review. *Flavour Fragrance J.* 25:327–340.
- Geraci, J. I., A. D. Garciaarena, G. A. Gagliostro, K. A. Beauchemin, and D. Colombatto. 2012. Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. *Anim. Feed Sci. Technol.* 176:123–130.
- Ginhoux, F., and S. Jung. 2014. Monocytes and macrophages: Developmental pathways and tissue homeostasis. *Nat. Rev. Immunol.* 14:392–404.
- Holzer, P. 2011. Transient receptor potential (trp) channels as drug targets for diseases of the digestive system. *Pharmacol. Ther.* 131:142–170.
- Janssen, P. H. 2010. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 160:1–22.
- Jones, M. L., and R. W. Allison. 2007. Evaluation of the ruminant complete blood cell count. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 23:377–402.
- Kramer, J. W. 2000. Normal hematology of cattle, sheep, and goats. Pages 1075–1084 in *Schalm’s Veterinary Hematology*. B. Feldman, J. Zinkl, and N. Jain, ed. Lippincott, Philadelphia, PA.
- Lampidonis, A. D., E. Rogdaki, G. E. Voutsinas, and D. J. Stravopodis. 2011. The resurgence of hormone-sensitive lipase (hsl) in mammalian lipolysis. *Gene* 477:1–11.
- Lee, S. H., H. S. Lillehoj, S. I. Jang, K. W. Lee, D. Bravo, and E. P. Lillehoj. 2011. Effects of dietary supplementation with phytonutrients on vaccine-stimulated immunity against infection with *Eimeria tenella*. *Vet. Parasitol.* 181:97–105.
- Liu, Y., M. Song, T. M. Che, J. A. Almeida, J. J. Lee, D. Bravo, C. W. Maddox, and J. E. Pettigrew. 2013. Dietary plant extracts alleviate diarrhea and alter immune responses of weaned pigs experimentally infected with a pathogenic *Escherichia coli*. *J. Anim. Sci.* 91:5294–5306.
- Liu, Y., M. Song, T. M. Che, D. Bravo, and J. E. Pettigrew. 2012. Anti-inflammatory effects of several plant extracts on porcine alveolar macrophages in vitro. *J. Anim. Sci.* 90:2774–2783.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Oguy, C., and E. H. Wall. 2016. A blend of cinnamaldehyde, eugenol, and capsicum oleoresin improves milking performance in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99(Suppl. 1):750. (Abstr)
- Oh, J., D. M. Bravo, E. H. Wall, and A. N. Hristov. 2016. Rumen disappearance of capsaicin and dihydrocapsaicin in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99(E-Suppl. 1):788. (Abstr)
- Oh, J., F. Giallongo, T. Frederick, J. Pate, S. Walusimbi, R. J. Elias, E. H. Wall, D. Bravo, and A. N. Hristov. 2015. Effects of dietary capsicum oleoresin on productivity and immune responses in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98:6327–6339.
- Oh, J., M. Harper, F. Giallongo, D. M. Bravo, E. H. Wall, and A. N. Hristov. 2017b. Effects of rumen-protected capsicum oleoresin on productivity and responses to a glucose tolerance test in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:1888–1901.
- Oh, J., M. Harper, F. Giallongo, D. M. Bravo, E. H. Wall, and A. N. Hristov. 2017c. Effects of rumen-protected capsicum oleoresin on immune responses in dairy cows intravenously challenged with lipopolysaccharide. *J. Dairy Sci.* 100:1902–1913.
- Oh, J., A. N. Hristov, C. Lee, T. Cassidy, K. Heyler, G. A. Varga, J. Pate, S. Walusimbi, E. Brzezicka, K. Toyokawa, J. Werner, S. S. Donkin, R. Elias, S. Dowd, and D. Bravo. 2013. Immune and production responses of dairy cows to post-ruminal supplementation with phytonutrients. *J. Dairy Sci.* 96:7830–7843.
- Oh, J., E. H. Wall, D. M. Bravo, and A. N. Hristov. 2017a. Host-mediated effects of phytonutrients in ruminants: A review. *J. Dairy Sci.* 100:5974–5983.
- Patra, A. K. 2012. *Dietary Phytochemicals and Microbes*. Springer, New York, NY.
- Rico, D. E., and K. J. Harvatine. 2013. Induction of and recovery from milk fat depression occurs progressively in dairy cows switched between diets that differ in fiber and oil concentration. *J. Dairy Sci.* 96:6621–6630.
- Roland, L., M. Drillich, and M. Iwersen. 2014. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *J. Vet. Diagn. Invest.* 26:592–598.
- Russell, J. B., and H. J. Strobel. 1989. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:1–6.
- Sjaunja, L. O., L. Baevre, L. Junkkarinen, J. Pedersen, and J. Setälä. 1990. A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. Pages 156–157 in 27th Session of the International Commis-

- sion for Breeding and Productivity of Milk Animals, Paris, France. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
- Smith, D. J., and J. P. McNamara. 1989. Lipolytic response of bovine adipose tissue to alpha and beta adrenergic agents 30 days pre- and 120 days postpartum. *Gen. Pharmacol.* 20:369–374.
- Srinivasan, K. 2016. Biological activities of red pepper (*Capsicum annuum*) and its pungent principle capsaicin: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 56:1488–1500.
- Stelwagen, K., E. H. Wall, and D. M. Bravo. 2016. Effect of rumen-protected capsaicin on milk production in early lactating cows in a pasturebased system. *J. Dairy Sci.* 99(E-Suppl. 1):664. (Abstr)
- Tager, L. R., and K. M. Krause. 2011. Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94:2455–2464.
- Tekippe, J. A., R. Tacoma, A. N. Hristov, C. Lee, J. Oh, K. S. Heyler, T. W. Cassidy, G. A. Varga, and D. Bravo. 2013. Effect of essential oils on ruminal fermentation and lactation performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:7892–7903.
- van de Wall, E. H., P. Y. Wielinga, J. H. Strubbe, and G. van Dijk. 2006. Neonatal capsaicin causes compensatory adjustments to energy homeostasis in rats. *Physiol. Behav.* 89:115–121.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583–3597.
- Yang, W. Z., B. N. Ametaj, C. Benchaar, and K. A. Beauchemin. 2010a. Dose response to cinnamaldehyde supplementation in growing beef heifers: Ruminal and intestinal digestion. *J. Anim. Sci.* 88:680–688.
- Yang, W. Z., B. N. Ametaj, C. Benchaar, M. L. He, and K. A. Beauchemin. 2010b. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *J. Anim. Sci.* 88:1082–1092.
- Yang, W. Z., C. Benchaar, B. N. Ametaj, and K. A. Beauchemin. 2010c. Dose response to eugenol supplementation in growing beef cattle: Ruminal fermentation and intestinal digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 158:57–64.

Обозначения:

PN – фитонутриенты

DMI – потребление сухого вещества

CIN – циннамальдегид/коричный альдегид

EUG – эвгенол

CAP – капсикум/экстракт жгучего перца/перца чили.

MO – рацион с монензином.

МОСАР – рацион: капсикум + монензин

СЕС – рацион: циннамальдегид + эвгенол + капсикум

СВ – сухое вещество

ВНВ – бетагидроксибутират, наверное

ПКС – полнорационная кормосмесь

КСК – количество соматических клеток

HSL – гормоночувствительная липаза

NFC – неструктурные/ферментируемые углеводы

DIM – дней в молоке/ период раздоя

NRC – какой-то комитет/совет

CP – церулоплазмин, наверное

NDF – нейтрально детергентная клетчатка или волокна, растворимые в нейтральном детергенте

ЖК – жирные кислоты

IL-1 – интерлейкин 1, наверное