

научная статья

УДК 636.084.1:636.084.4:636.084.5:636.087.3:636.087.6:636.087.7:638.4

ВЛИЯНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА КОРМОВОГО БЕЛКА В РАЦИОНЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Шевченко Наталия Ивановна

¹ ФГБОУ ВО Вавиловский университет, гор. Саратов, Россия,
natali9371@yandex.ru

44

Аннотация. Кормление крупного рогатого скота является одним из важнейших производственных процессов, способствующих увеличению эффективности отрасли. На сегодняшний день, рыбная мука и продукты переработки сои считаются основными источниками кормового белка, используемого для кормления животных. Но, с учетом того, что соевые продукты, являясь растительным белком, не способны полноценно заменить белки животного происхождения, могут содержать в себе материал генетически модифицированных растений, а растущий спрос на рыбную муку, снижение темпов ее производства и, как следствие ежегодное повышение цен, толкает производителей на поиск альтернативных источников кормового белка. Современные тенденции в сфере кормления животных направлены на исследование протеинов насекомых, которые могут быть использованы для полной или частичной замены рыбной муки в рецептурах кормов.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, протеин, кормовой белок, черная львинка.

Для цитирования: Шевченко Н. И. Влияние альтернативного источника кормового белка в рационе крупного рогатого скота/ Шевченко Н. И. // Агрофорсайт. 2023. № 1— Саратов: ООО «ЦеСАин», 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с этикетки диска.

Благодарности: -----

Финансирование: исследование проводилось за счет собственных средств.

© Шевченко Наталия Ивановна

IMPACT OF AN ALTERNATIVE SOURCE OF FODDER PROTEIN IN THE DIET OF CATTLE

Shevchenko N. I.¹✉,

¹ Vavilov University, Saratov, Russia,

natali9371@yandex.ru ✉,

45

Abstract. Feeding cattle is one of the most important production processes that increase the efficiency of the industry. Today, fishmeal and soybean derivatives are considered the main sources of animal feed protein. But, taking into account the fact that soy products, being a vegetable protein, are not able to fully replace animal proteins, they may contain material from genetically modified plants, and the growing demand for fishmeal, a decrease in the rate of its production and, as a result, an annual increase in prices, pushes producers to look for alternative sources of feed protein. Current trends in the field of animal nutrition are focused on the study of insect proteins, which can be used to completely or partially replace fishmeal in feed formulations.

Keywords: cattle, protein, feed protein, black soldier fly.

Acknowledgments:-----

Financing: the research was carried out on the initiative and at the expense of the authors

Введение.

Обеспечение крупного рогатого скота (КРС) (рис.1) полноценными и сбалансированными кормами является одним из наиболее важных условий высокого качества и конкурентоспособности продукции животноводства, а также сельскохозяйственных предприятий [2].



Рис.1 – Теленок [10].

Рационы крупного рогатого скота составляются в соответствии с нормами кормления животных с учетом возрастов, физиологического состояния, продуктивности, технологии производства, условий содержания, сезона и многих других факторов. Одним из ключевых составляющих практически всех рационов животных является белок, необходимый для роста, размножения, синтеза биологически активных соединений, а также образования молока или мяса. Одновременно с этим, постоянно идет процесс самовосстановления тканей, связанный с заменой части белков на новые [7].

Основная часть. Результаты исследования.

Самый важный период выращивания КРС начинается с рождения и длится до трехмесячного возраста. С учетом биологических, экологических и пищевых факторов стресса, необходимо уделять особое внимание деталям, таким как разработка надежной программы кормления [9].

Первое кормление телят после рождения начинается с молозива матери, содержащего в себе иммуноглобулины, которые после всасывания в кишечнике создают естественную защиту организма от болезней. После предоставления молозива, в последующие недели, необходимо будет удовлетворять потребности телят в питательных веществах.

Таблица 1 - Оценка суточной потребности в энергии и белке телят, которых кормят молоком или заменителем молока и стартером [9].

Масса тела теленка (фунты)	Прибавка (фунты)	Сухое вещество (фунты)	Поддержание чистой энергии (мегакалории)	Чистый прирост энергии (мегакалории)	Метаболическая энергия (мегакалории)	Сырой белок (фунты)
77	0	0,79	1,24	0	1,50	0,06
	0,44	1,03	1,24	0,30	1,96	0,19
	0,88	1,34	1,24	0,60	2,55	0,32
88	0	0,88	1,37	0	1,66	0,07
	0,44	1,12	1,37	0,31	2,14	0,20
	0,88	1,45	1,37	0,72	2,76	0,33
	1,32	1,83	1,37	1,16	3,44	0,45

99	0	0.97	1.49	0	1.81	0.08
	0.44	1.23	1.49	0.32	2.31	0.21
	0.88	1.56	1.49	0.75	2.96	0.33
	1.32	1.94	1.49	1.21	3.67	0.46
110	0	1.03	1.62	0	1.96	0.08
	0.44	1.32	1.62	0.34	2.48	0.21
	0.88	1.67	1.62	0.77	3.15	0.34
	1.32	2.07	1.62	1.26	3.89	0.47
	1.76	2.49	1.62	1.78	4.69	0.60
121	0	1.12	1.74	0	2.11	0.09
	0.44	1.39	1.74	0.35	3.64	0.22
	0.88	1.76	1.74	0.80	3.33	0.35
	1.32	2.18	1.74	1.30	4.10	0.47
	1.76	2.60	1.74	1.84	4.93	0.60
132	0	1.19	1.85	0	2.25	0.10
	0.44	1.47	1.85	0.36	2.80	0.23
	0.88	1.85	1.85	0.83	3.51	0.35
	1.32	2.29	1.85	1.34	4.31	0.48
	1.76	2.73	1.85	1.90	5.16	0.61

Со 2-4 дня жизни теленка на смену молозиву приходит цельное молоко, которое способствует увеличению потребления сухого вещества и усвоения энергии. Но современные методы выращивания молодняка придерживаются принципа минимальных затрат цельного молока, что в свою очередь приводит к включению в рацион телят различных заменителей, зерновых смесей и кормов для обеспечения их нормального роста, и развития [5]. В настоящее время широко используются заменители цельного молока (ЗЦМ) в кормлении телят до 4-недельного возраста. В состав качественного ЗЦМ должно входить не менее 20% протеина, 12 % жира и не более 0,25% клетчатки [4].

Одновременно с цельным молоком или его заменителем, в молочный период теленка в рацион обязательно нужно вводить престартеры (от рождения до 2-3 месяцев) и стартеры (от 2-3 до 6 месяцев), которые представляют собой гранулированные комбикорма, обогащенные витаминами и минералами. В их состав должно входить минимум 15% жира, 20% сырого протеина и до 10% сырой клетчатки на 1 кг сухого вещества [4].

Далее для молодняка и взрослых особей уже составляются различные рационы, базирующиеся на нормах кормления животных, в зависимости от множества факторов, описанных ранее.

Резюмируя все выше сказанное, мы видим, что протеин присутствует в рационе крупного рогатого скота практически на каждом этапе жизни, будь то теленок или взрослая особь. Учитывая нынешние тенденции по сокращению использования цельного молока и постоянно повышающихся цен на концентрированные корма, у производителей возникает вопрос, касаясь поиска более дешевых альтернативных источников высококачественного белка для повышения иммунного статуса животных, а также улучшения качества получаемой продукции [1]. В современных реалиях, в качестве альтернативы, предлагается использовать белок насекомых. Самыми изученными видами насекомых являются: большой мучной хрущак (*Tenebrio molitor*), домовая муха (*Musca domestica*) и муха черная львица (*Hermetia illucens*). Но, *Hermetia illucens* (рис.2) является наиболее востребованной и хорошо изученной. Черная львинка уже успела доказать свою эффективность в кормлении свиней, птиц и рыб [12]. Несмотря на то, что сегодня существует очень мало исследований, касающихся влияния белка черной львинки на крупный рогатый скот, работа в данном направлении

продолжается. Личинки мухи могут использоваться для кормления КРС из-за особенностей его пищеварительной системы. В данной статье мы рассмотрим влияние личинок черного солдата на КРС на примере телят и дойных коров.



Рис.2 – Муха *Hermetia illucens* и ее личинки [6].

Черная львинка имеет довольно короткий цикл развития (40-50 суток), способна круглогодично размножаться в условиях изолированных производств замкнутого цикла и перерабатывать органические отходы. Важно отметить, что развитие личинок от кладки яиц и до размера, позволяющего использовать их в качестве корма составляет около 18-20 дней [1].

Интерес к ее личинкам был вызван в первую очередь тем, что их биомасса имеет высокую питательную ценность: так после высушивания уровень сырого протеина способен достигать 44% от сухого вещества, а после отжима жира 65% [3]. С учетом того, что аминокислотный профиль белка личинок этой мухи имеет сходство с соевым шротом, это дает возможность производителям использовать их в качестве ингредиентов во многих рецептурах комбикормов.

Таблица 2 - Аминокислотный состав *Hermetia illucens* (г/кг -1 сухого вещества) [8].

Вид	Hermetia illucens							Соевая мука	Рыбная мука
	FF	DF	FF	FF	FF	FF	FF		
Незаменимые аминокислоты									
Аргинин	19,9	20,7	21,1	54,7	62,0	21,9	18,7	35,7	41,0
Гистидин	13,8	16,3	13,5	32,5	48,0	9,8	13,7	14,2	15,4
Изолейцин	19,1	24,0	17,7	47,3	48,0	19,1	20,6	22,1	27,3
Лейцин	30,6	36,7	27,8	78,3	77,0	32,1	29,4	38,6	47,7
Лизин	23,0	25,2	28,1	68,2	74,0	27,2	25,9	31,1	48,7
Метионин	7,1	8,56	8,0	21,2	6,0	6,0	7,1	6,8	18,5
Фенилаланин	16,4	21,8	16,4	77,6	62,0	18,3	18,7	25,5	26,4
Треонин	16,2	21,8	16,3	44,3	45,0	26,5	16,7	19,8	27,5
Триптофан	5,4				5,6		6,3	6,6	6,7
Валин	28,2	34,5	25,0	67,9	67,0	28,7	28,8	21,7	32,7
Заменимые аминокислоты									
Аланин	27,8	43,7	25,6	82,1	62,0		26,6	21,6	41,9
Аспартовая кислота	36,9	48,8	38,7	73,0	103,0		35,6	55,0	57,7
Цистеин	2,2	0,2	3,5	7,6	5,0	4,2	3,2	7,7	6,5
Глицин	25,2	30,3	24,6	61,5	54,0	26,8	24,8	21,3	50,3
Глутаминовая кислота	45,8	63,7	46,1	131,0	102,0		38,4	88,6	84,1
Пролин	25,1	32,7	23,6	66,8	62,0		23,1	27,4	30,8
Серин	15,9	26,8	17,6	48,8	41,0	19,2	15,2	24,1	25,9
Тирозин		34,1		67,1	60,0	26,5	26,9	15,5	20,1

Примечание: DF – обезжиренная, FF – не обезжиренная.

Согласно таблице 2, в состав протеина личинок черной львинки входит полный набор аминокислот, сходный с белком животного происхождения, что позволяет считать его прекрасной альтернативой соевой и рыбной муке. Наиболее богатыми незаменимыми аминокислотами является лейцин, лизин и валин – их содержание в

H.illucens выше, чем в соевой и рыбной муке. Наименее богатыми незаменимыми аминокислотами являются метионин и триптофан, содержание которых сравнимо с соевой мукой и даже ниже. Остальные показатели приблизительно сопоставимы с рыбной и соевой мукой.

Таблица 3 – Содержание жирных кислот в личинках *H.illucens* (г/100 г) [8].

Наименование жирной кислоты.	Среднее значение	±Δ
Каприновая кислота (C10:0)	1,57	0,5
Лауриновая кислота (C12:0)	58,93	3,0
Тридекановая кислота (C13:0)	0,06	0,5
Миристиновая кислота (C14:0)	11,11	1,17
Миристолеиновая кислота (цис-9) (C14:1)	0,45	0,05
Пентадеcanoиновая кислота (C15:0)	0,31	0,05
Пальмитиновая кислота (C16:0)	12,68	1,46
Пальмитолеиновая кислота (цис-9) (C16:1)	2,17	0,5
Маргариновая кислота (C17:0)	0,13	0,05
Гептадеценная кислота (C17:1)	0,1	-
Стеариновая кислота (C18:0)	1,24	0,5
Олеиновая кислота (цис-9) (C18:1)	7,39	0,8
Линолевая кислота (цис-9,12) (C18:2)	3,52	0,5
Эйкозеновая кислота (цис-11) (C20:1)	0,34	0,05

Уникальный аминокислотный состав белка, жирнокислотный состав липидов насекомого, а также биологически активные вещества, содержащиеся в них, позволяют рассматривать биомассу личинок черного солдата как основу функционального питания [8].

Также был изучен химический состав и некоторые свойства липидной фракции личинок черной львинки (рис.3 и таб.2). Согласно исследованию, в образце жира не было найдено примесей, массовая доля жира составила 99,9%, энергетическая ценность жира личинок равна 38,4 МДж, что соответствует жирам животного происхождения [12].



Рисунок 3 - Жир личинок *H.illucens*: (а) нативный; (b) после центрифугирования; (с) жидкий ($t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$);(d) твердый ($t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$) [12].

Таблица 4 - Состав и свойства жира личинок *H.illucens* [12].

Параметр	Среднее значение	±Δ
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,02	0,002
Массовая доля сырого жира на естественную влагу, %	99,98	10,0
Массовая доля сырого протеина, %	нет	-
Массовая доля азота, %	нет	-
Валовая энергия, МДж/кг	38,36	0,4
Содержание токоферолов, включая:	40,4	4,0
альфа-токоферол, мг/кг		
сумма бета- и гамма-токоферолов, мг/кг	25,5	2,5
дельта-токоферол, мг/кг	8,1	0,8
Валовая энергия, МДж/кг	38,46	0,71
Кислотный показатель, мг КОН/г жира	1,6	0,2
Перекисное число, O ₂ ммоль/кг	1,66	0,2
Содержание ТБА, мг/кг	0,05	0,0005
Окислительная стабильность (точка индукции при 100 °C; часы)	>48	-
Окислительная стабильность (пересчет на 20 °C; часы)	>12,288	-

На 30 телятах черно-пестрой породы в молочный период выращивания (1-4 месяца) был проведен эксперимент, где животные были разделены на 3 группы по 10 голов в каждой: I группа – контрольная (в пищу телята употребляли комбикорм, состоящий из цельного и регенерированного молока, сена злаково-разнотравного и

силоса кукурузного, минеральных добавок), II и III группа ели тот же комбикорм, но с добавлением меланиновой белково-энергетической добавки (МБЭД), полученной из личинок мухи *Hermetia illucens*. Сначала эксперимента телятам из II группы давали по 0,5 мл МБЭД каждому, из III группы по 7,5 мл. Начиная с 3х месячного возраста дозу увеличили до 7,5 и 10 мл. Продолжительность опыта составила 89 суток.

На старте эксперимента живая масса телят была практически равной (от 56,0 до 56,90 кг) (рис.4, таб.5). МБЭД входящий в состав рациона телят способствовал увеличению живой массы. Под конец опыта данный показатель у телят из II и III групп был выше, чем в I группе (2,8 и 2,0 кг, или на 1,81 и 1,29 %) [14].

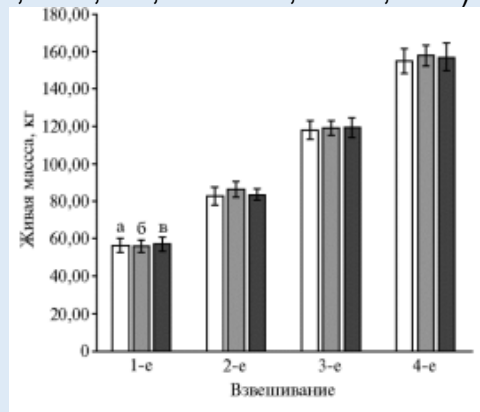


Рисунок 4. Динамика живой массы телят-молочников черно-пестрой породы при включении в рацион МБЭД из личинок мухи *Hermetia illucens*: а - I группа, б - II группа, в - III группа 0) [14].

Таблица 5 - Интенсивность роста, сохранность животных и затраты корма при включении в рацион МБЭД из личинок черной львинки ($M \pm m$) [14].

Показатель	Группа		
	I (n = 10)	II (n = 10)	III (n = 10)
Живая масса, кг: в начале опыта	56,30±4,02	56,00±3,45	56,90±3,79
Живая масса, кг: в конце опыта	155,00±6,67	157,80±5,76	157,00±7,42
К контролю, %	100,00	101,81	101,29
Валовой прирост, кг	97,67±5,18	101,80±5,25	100,10±7,64
Среднесуточный прирост, г	1097,38±58,23	1143,82±58,98	1124,72±85,82
К контролю, %	100,00	104,23	102,49
Сохранность животных, %	90,00	100,00	100,00
Валовой расход ОЭ, МДж гол.-1, сут. -1	2830,20	2830,20	2830,20
Расход ЭКЕ на 1 гол/сут	3,18	3,18	3,18
Затраты кормов, ЭКЕ/кг прироста	2,90	2,78	2,83
К контролю, %	100,00	95,90	97,60

Примечание: ОЭ — обменная энергия, ЭКЕ — энергетическая кормовая единица

Среднесуточный прирост у телят из II и III групп был выше, чем у контрольной группы (на 46,44 и 27,34 г, или на 4,23 и 2,49 %). Наиболее высокие показатели роста были отмечены во II группе. За счет увеличения среднесуточного прироста во II и III опытных группах снижался расход корма. Телята с удовольствием потребляли МБЭД, отказов не наблюдалось. Животные из опытных групп меньше болели, диареи не было зафиксировано. Сохранность молодняка во II и III группах составила 100 %, тогда как в I группе — 90 % (выбытие одного теленка) [14].

Также, был поставлен опыт с участием молочных коров, где им составили рацион (таб.6) в соответствии с требованиями по энергии и питательной ценности для высокопродуктивных животных (удой 32-36 кг) [13]. Количество личиночного жира, добавляемое в корм коровам, было определено на основе гипотезы о возможном

положительном влиянии личинок черной львинки на пищеварение животных. Общая продолжительность опыта – 176 дней [12].

Таблица 6 – Состав экспериментальных рационов дойных коров [12].

Параметр 1 Ингредиент (кг)	Рационы 2		
	D0	D10	D100
Сено	1,0	1,0	1,0
Сенаж	13,0	13,0	13,0
Кукурузный силос	15,0	15,0	15,0
Свежее пивоваренное зерно	4,0	4,0	4,0
Комбикорм 3	14,5	14,5	14,5
Жир личинок черной львинки	-	0,01	0,10
Рассчитанные питательные вещества. Энергия (МДж/кг DM)	11,18	11,18	11,29
Анализируемые питательные вещества DM (кг)	24,00	24,01	24,10
Сырой протеин (% DM)	16,21	16,20	16,14
Сырая клетчатка (% DM)	18,54	18,53	18,46
Крахмал (% DM)	22,31	22,30	22,21
Сахар, (% DM)	4,99	4,98	4,97
Сырой жир, (% DM)	3,91	3,95	4,31
Кальций, (% DM)	0,69	0,69	0,69
Фосфор, (% DM)	0,52	0,52	0,51

Примечание: D0 = 0 г (контроль), D10 = 10 г, D100 = 100 г уровня добавки жира личинок в рационы. Комбикорм 3 содержал на 1 кг: пшеницы 155 г, ячменя 200 г, кукурузы 200 г, пшеничных отрубей 100 г, соевая мука 100 г, подсолнечная мука 100 г, рапсовая мука 100 г, монокальцийфосфат 20 г, премикс 15 г, соль 10 г. Содержание премикса на 1 кг: витамин А 2 200 000 МЕ; витамин D3 300 000 МЕ; витамин Е 1500 МЕ; витамин В5 (пантотеновая кислота) 500 мг; холин хлорид 40,000 мг; магний (Mg) 150,000 мг, сера (S) 100,000 мг, железо (Fe) 500 мг, марганец (Fe) 500 мг, марганец (Mn) 6000 мг; цинк (Zn) 6000 мг, медь (Cu) 1500 мг; йод (I) 150 мг, кобальт (Co) 150 мг, селен (Se) 25 мг.

Согласно рисунку 4, за период эксперимента (с 17 по 177 день) среднесуточный удой коров группы D10 был немного выше, чем в контроле (на 4,9 %, $p = 0,24$ по сравнению с группой D0). Группа коров D100 показала значительное увеличение молока с натуральным жиром по сравнению с контролем (на 8,0%, $p < 0,05$ по сравнению с группой D0) за тот же период [12].

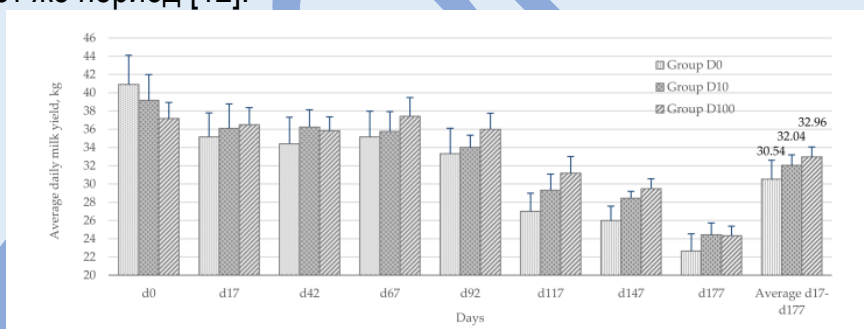


Рисунок 4 - Удой коровьего молока (n = 12) естественной жирности, кг [12].

После получения удоя от подопытных коров, было проведено исследование состава и качества молока (таб.7). Значительные различия в составе и качестве молока отсутствовали.

Таблица 7 – Показатели среднего состава и качества молока за время эксперимента [12].

Параметры	Диеты			SEM	p-Значение GLM
	D0 (n=36)	D10 (n=36)	D100 (n=36)		
Содержание жира в молоке, %	3,66 ± 0,11	3,72 ± 0,13	3,72 ± 0,10	0,074	0,99
Содержание белка в молоке, %	3,47 ± 0,04	3,42 ± 0,06	3,38 ± 0,04	0,028	0,16
Лактоза, %	4,67 ± 0,10	4,73 ± 0,03	4,81 ± 0,03	0,037	0,15
СНФ, %	8,95 ± 0,13	8,95 ± 0,07	8,98 ± 0,05	0,051	0,92
Сухое вещество, %	12,45 ± 0,23	12,98 ± 0,21 d	12,62 ± 0,13	0,114	0,16
Казеин, %	2,72 ± 0,04	2,70 ± 0,05	2,67 ± 0,03	0,024	0,42
Ацетон, ммоль/л	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,01 d	0,03 ± 0,01 a	0,004	0,01
β-гидроксibuтират, ммоль/л	0,05 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01 d	0,005	0,03
Мочевина, мг/100 мл	39,88 ± 1,27	42,66 ± 1,15	43,30 ± 0,97 a	0,671	0,03
Точка заморзания	533,83 ± 1,09	531,74 ± 2,02	534,57 ± 0,83	0,816	0,60
Кислотность, pH	6,56 ± 0,03	6,60 ± 0,02	6,60 ± 0,01	0,014	0,31
	Жирные кислоты, г/100 г, в том числе				
миристиновая кислота	0,36 ± 0,01	0,40 ± 0,02 a	0,36 ± 0,01	0,008	0,14
пальмитиновая кислота	0,98 ± 0,04	1,12 ± 0,06 a	0,97 ± 0,03	0,026	0,22

стеариновая кислота	0,32 ± 0,02	0,36 ± 0,02	0,32 ± 0,01	0,011	0,41
олеиновая кислота	0,99 ± 0,04	1,14 ± 0,06 a	1,07 ± 0,04	0,027	0,06
длинноцепочечные жирные кислоты (LCFA)	1,17 ± 0,06	1,35 ± 0,08 d	1,27 ± 0,05	0,039	0,09
среднецепочечные (MCFA)	1,51 ± 0,05	1,70 ± 0,08 a	1,51 ± 0,05	0,036	0,24
короткоцепочечные (SCFA)	0,46 ± 0,02	0,55 ± 0,03 b	0,49 ± 0,02	0,013	0,02
насыщенные (SFA)	2,46 ± 0,10	2,82 ± 0,14 a	2,51 ± 0,08	0,064	0,14
мононенасыщенные (МНЖК)	0,94 ± 0,04	1,09 ± 0,06 a	1,00 ± 0,03	0,026	0,08
полиненасыщенные (ПНЖК)	0,12 ± 0,004	0,13 ± 0,01 d	0,12 ± 0,003	0,002	0,09
трансизомеры (ТФА)	0,08 ± 0,005	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,003	0,88
Соматические клетки, тыс/см³	323,80 ± 102,08	238,91 ± 39,05	258,71 ± 50,23	40,08	0,37

Эксперимент показал, что молоко, полученное от коров группы D10 и D100, имеет более высокое содержание сухого вещества ($p < 0,1$, D10 в сравнении D0). Соотношение содержания жира и белка в молоке коров, употребляющих в корм личинок черной львинки, было наиболее оптимальным (1,09-1,1 против 1,05 в контроле). Обнаружилось значительное снижение содержания ацетона и, в меньшей степени, бета-гидроксипутират в молоке опытных групп. Анализ жирнокислотного состава молока животных из групп D10 и D100 показал в нем ряд изменений под влиянием личинок *H.illucens*. Насыщенные жирные кислоты (НЖК) преобладали в молоке всех групп [12].

Таблица 8 – Параметры содержимого рубца подопытных коров [12].

Параметры	Диеты			SEM	p-Значение GLM
	D0 (n=3)	D10 (n=3)	D100 (n=3)		
pH	7,16 ± 0,06	6,80 ± 0,07 a	6,85 ± 0,09 a	0,07	0,03
Летучие жирные кислоты (ЛЖК), ммоль/100 мл	6,56 ± 0,29	8,66 ± 0,46 a	10,37 ± 0,42 b	0,62	0,001
Аммиачный азот, мг %	16,08 ± 0,05	11,66 ± 3,47	11,74 ± 1,06 a	1,41	0,31
Амилитическая активность, Ед/мл	13,35 ± 0,51	16,46 ± 0,59a	15,29 ± 1,37	0,68	0,13
Микроорганизмы, всего, г/100 мл содержимого рубца, включая:	0,61 ± 0,10	0,66 ± 0,03	0,80 ± 0,17	0,07	0,53
Инфузории	0,18 ± 0,03	0,27 ± 0,03	0,37 ± 0,09	0,04	0,16
Бактерии	0,43 ± 0,07	0,39 ± 0,01	0,43 ± 0,08	0,03	0,87

Примечание: Значения (± стандартная ошибка), в пределах ряда (в целом), сопровождаемые различными надстрочными знаками, имеют существенные отличия. Общая линейная модель (GLM), $p < 0,05$, тест наименьших значимых различий. D0 = 0 г, D10 = 10 г, D100 = 100 г. Уровни добавки личинок. a-p < 0,05; b-p < 0,01 в сравнении с контролем. Для каждой диеты, n = 3.

Согласно таблице 8, добавление в рацион дойных коров личинок черного солдата способствовало снижению уровня pH содержимого рубца ($p < 0,05$ в группах D10 и D100, в границах нормы), к чему привели благоприятные условия для расщепления клетчатки до ЛЖК микроорганизмами в рубце животных групп D10 и D100. ($p < 0,05$). Уровень общей микробной массы увеличился у коров опытных групп (на 0,05-0,19 г/100 мл, $p > 0,05$) в результате роста инфузورий. Добавление в корм личинок способствовало возрастанию амилитической активности в рубце животных из групп D10 и D100 на 3,11 ($p < 0,05$) и 1,94 Ед/мл ($p > 0,05$) по сравнению с контролем. В ходе опыта было отмечено, что образование аммиака в рубце коров экспериментальных групп снижалось по сравнению с контролем [12].

Резюмируя все выше сказанное, можно сделать вывод, что черная львинка имеет исключительный аминокислотный состав белка и жирнокислотный состав липидов. А биологически активные вещества, входящие в их состав, позволяют рассматривать биомассу личинок насекомого, как потенциальную основу функционального питания, применяемого для профилактики и лечения животных [8,12].

Выводы.

Проведенные эксперименты подтверждают, что жир личинок *H.illucens* весьма эффективно сказался на большинстве исследуемых параметрах КРС и может рассматриваться в качестве альтернативного высококачественного белка. Но, при этом важно отметить, что существующих исследований недостаточно, ввиду отсутствия четкого понимания количества личинок, необходимого для добавления в рационы животным, так как все дозы были экспериментальными и изучались впервые. Надлежит

продолжать исследования биологического действия, как самих личинок, так и препаратов, полученных из них, на здоровье и продуктивность животных [14].

Список источников

1. Башаров А.А., Хафизова Г.Р., Гафарова Ф.М. Результаты выращивания цыплят-бройлеров при использовании личинок мухи черной львинки// Селекционные и технологические аспекты интенсификации производства продуктов животноводства. Сборник статей. — Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. — 2022. — С. 300-304. УДК:636.52/.58.061.4/.8:636.52/.58.084.
2. Колесников Н. Г. Методика оценки социально-экономического эффекта от внедрения импортозамещающих технологий в регионе// Математическое моделирование. — 2002. — Т. 14. — № 9. — С. 31.
3. Корма и кормовые добавки. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/korma-i-kormovye-dobavki/nasekomye-kak-potentsialnyy-istochnik-proteina-dlya-zhivotnykh-sovremennoe-sostoyanie-otrasli/?ysclid=lfm94g444a237647877>
4. Кормление телят в начальный период времени. URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/feeding-tech/kormlenie-telyat-v-nachalnyj-period-zhizni.html?ysclid=lf4z8mly5421763765>
5. Медведский В. Выращиваем телят-молочников// Молочное-скотоводство. — 2017. — № 7. — С. 27-30.
6. Применение черной львинки. <https://farm-worm.com/primenenie-chernoy-lvinki>
7. Ярошко М. Роль протеина в рационе молочного скота// Молоко и ферма. — 2013. — № 3 (16). — С. 46.
8. Barragan-Fonseca K.B., Dicke M., Van Loon J.J.A. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed// A review. *J. Insects Food Feed.* — 2017. — 3. — P. 105–120.
9. Calf Nutrition. URL: https://dairy-cattle.extension.org/wp-content/uploads/2019/08/RDR-Calf_Nutrition.pdf
10. Is melk alleen voor kalfjes? URL: <https://www.darmgezondheid.nl/is-melk-alleen-voor-kalfjes>
11. Lu S., Taethaisong N., Meethip W., Surakhunthod J, Sinpru B., Sroichak T., Archa P., Thongpea S., Paengkoum S., Purba R.A.P., Paengkoum P. Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review// *Insects.* — 2022. — 13 (9). — P. 2-17. DOI: 10.3390/insects13090831
12. Nekrasov R.V., Ivanov G.A., Chabaev M.G., Zelenchenkova A.A., Bogolyubova N.V., Nikanova D.A., Sermiyagin A.A., Bibikov S.O., Shapovalov S.O. Effect of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Fat on Health and Productivity Performance of Dairy Cows// *Animals.* — 2022. — № 12 (16). — P. 2-19. DOI: 10.3390/ani12162118
13. Nekrasov R.V., Golovin A.V., Makhaev E.A., Anikin A.S., Pervov N.G., Strekozov N.I., Mysik A.T., Duborezov V.M., Chabaev M.G., Fomichev Y.P. Nutrient Requirements of Dairy Cattle and Pigs// L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry. — 2018. — P. 290.
14. Nekrasov R.V., Zelenchenkova A.A., Chabaev M.G., Ushakova N.A. Melanine protein-energy additive from *Hermetia illucens* larvae in nutrition of calves// L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry. — 2018. — № 2. — P. 374-384. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.2.374eng