

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

И. Б. Измайлович, Н. А. Садо́мов

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ МЕТИОНИНА
АМИНОКИСЛОТНОЙ КОРМОВОЙ
ДОБАВКОЙ L-ГОМОСЕРИН
В РАЦИОНАХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

*Рекомендации
для специалистов сельского хозяйства
и комбикормовой промышленности, аспирантов, магистрантов
и студентов зооинженерного, ветеринарного
и биологического профилей*

Горки
БГСХА
2019

УДК 636.52/.58.053:636.084.415(083.13)

ББК 46.8я73

ИЗ7

*Утверждено Научно-техническим советом секции животноводства
Министерства сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь.*

Протокол № 09-1-6/2 от 11 марта 2019 г.

Рекомендовано Научно-техническим советом БГСХА.

Протокол № 2 от 1 февраля 2019 г.

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *И. Б. Измайлович*;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н. А. Садовов*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент *И. А. Прищепя*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. Г. Марусич*

Измайлович, И. Б.

ИЗ7 Импортзамещение метионина аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин в рационах цыплят-бройлеров : рекомендации / И. Б. Измайлович, Н. А. Садовов. – Горки : БГСХА, 2019. – 24 с.

ISBN 978-985-467-951-8.

Приведены рекомендации по замещению метионина аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин в рационах цыплят-бройлеров: биологические особенности L-гомосерина, целесообразность его использования, экономическая эффективность производства.

Для специалистов сельского хозяйства и комбикормовой промышленности, аспирантов, магистрантов и студентов зооинженерного, ветеринарного и биологического профилей.

УДК 636.52/.58.053:636.084.415(083.13)

ББК 46.8я73

ISBN 978-985-467-951-8

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2019

ВВЕДЕНИЕ

В последовательной интенсификации птицеводства и повышении качества яиц и мяса птицы ведущая роль принадлежит организации системы кормопроизводства и современной индустрии кормов, включая производство различных балансирующих кормовых добавок и биологически активных веществ. То есть одним из стратегических направлений более полной реализации продуктивного потенциала птицы является улучшение биологической полноценности кормовой базы, в которой самым лимитирующим фактором оказывается белок. Компенсация недостатка кормового белка для нужд животноводства – это проблема не только для нашей страны, но и для всего мира. Полноценность же белка, в свою очередь, обусловлена содержанием в нем основных структурных элементов – аминокислот. Таким образом, на современном этапе развития научно-технического прогресса проблема белкового питания сельскохозяйственных животных и птицы фактически переросла в проблему обеспечения их определенным набором аминокислот.

Для птицы сбалансировать рационы по незаменимым аминокислотам за счет естественной кормовой базы практически невозможно. Поэтому в птицеводстве решением проблемы дефицита белкового питания неизбежно оказывается необходимость применения синтетических аналогов незаменимых аминокислот, которых в нашей стране пока не производится, а все они для нужд животноводства закупаются за рубежом. Уровень освоенности человечеством высоких технологий микробиологического синтеза позволяет в настоящее время использовать в животноводстве промышленно развитых стран мира только 4 незаменимые аминокислоты: лизин, метионин, триптофан и треонин. Синтезировать же все аминокислоты и создать «идеальный» белок – дело дорогостоящее и пока не рентабельное.

Для нужд животноводства нашей республики в год требуется: лизина – 6,5 тыс. т, метионина – 2,3 тыс. т, треонина – 1,8 тыс. т, триптофана – 93 т. Собственного производства аминокислот наша промышленность пока не освоила.

Лидирующими мировыми производителями их являются: Япония, США, Германия и др. Ежегодный объем производства незаменимых аминокислот составляет: лизина – 1 млн. т, метионина – 0,5 млн. т, треонина – 50 тыс. т, триптофана – 10 тыс. т.

Мы акцентируем внимание на важности микробиологического синтеза незаменимых аминокислот не только из-за их физиологической роли и участия в метаболических процессах каждой клетки организма, но и потому, что на современном этапе в условиях нашей республики появилась возможность импортозамещения некоторых из них.

Так, научными сотрудниками Института физико-органической химии НАН Беларуси синтезирована природная аминокислота L-гомосерин. По технологическому признаку этот продукт относится к микробиологическому, представляет собой порошкообразную кормовую смесь коричневого цвета с 7,5%-ной концентрацией активного вещества в наполнителе (пшеничные отруби). Этот продукт получил название «аминокислотная кормовая добавка L-гомосерин».

Ни в ближнем, ни в дальнем зарубежье такого производства нет. При успешном импортозамещении метионина и треонина в масштабах всех отраслей животноводства Беларуси будет возможность экономить в год более 20 млн. у. е.

1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ L-ГОМОСЕРИНА

Для построения всех белков, будь то белки из самых мелких или высокоорганизованных организмов, используется один и тот же набор из 20 различных аминокислот, связанных друг с другом в определенной, характерной только для данного белка последовательности. Эти аминокислоты называются белковыми, или протеиногенными.

В процессе углубления исследований структуры белков в их составе были найдены нестандартные аминокислоты, не участвующие в синтезе, но присутствующие в некоторых типах белков.

Каждая из этих нестандартных аминокислот представляет собой производную одной из 20 протеиногенных аминокислот. К нестандартным аминокислотам относятся: 4-гидроксипролин, производную пролина; пирролизин, 5-гидроксилизин, N-метиллизин, производные лизина; карбоксиглутаминовую кислоту, обнаруженную в протромбине – одном из белков, ответственных за свертывание крови; селеноцистеин и др.

Некоторые природные аминокислоты не входят в состав белков человека и животных, но у растений и микроорганизмов они являются промежуточным продуктом в процессе биосинтеза незаменимых аминокислот. К ним относятся: орнитин, цитруллин, гомосерин, гомоцистеин, цистинсульфоновая кислота и др.

Например, гомосерин (α -амино- γ -оксимасляная кислота) – природная аминокислота, участвующая у растений и микроорганизмов в биосинтезе метионина и треонина.

Одной из областей, где является необходимым определение гомосерина, является медицина, так как по наличию гомосерина определяется один из важнейших показателей биохимии печени – метиониновый обмен. Если содержание гомосерина в моче пациента составляет 8 мкмоль на 1 л, состояние оценивается как отрицательное.

Химический состав синтезированной в Институте физико-органической химии НАН Беларуси кормовой добавки представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав аминокислотной кормовой добавки L-гомосерин

Состав	Количество
1	2
Аминокислота L-гомосерин, %	7,5
Обменная энергия, кДж	837
Сырой протеин, %	26
Сырой жир, %	2,5

1	2
Сырая клетчатка, %	7,0
Витамины: В ₁ , мг/кг	5,0
В ₂ , мг/кг	90
В ₃ , мг/кг	35
Биотин, %	4
В ₅ , мг/кг	200
В ₆ , мг/кг	9
В _с , мг/кг	8
Кальций, %	0,4
Фосфор, %	0,1
Натрий, %	0,6
Марганец, мг/кг	45
Цинк, мг/кг	25
Железо, мг/кг	245
Медь, мг/кг	25

Как показывают данные табл. 1, в конгломерате синтезированной аминокислотной кормовой добавки содержится кроме гомосерина ряд нутриентов, способных быть модуляторами биологических эффектов и являться предшественниками простетических групп окислительно-восстановительных внутриклеточных процессов, способных обеспечить коррекцию системы жизнеобеспечения организма птицы, обладать стимулирующими и иммунными свойствами.

2. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ МЕТИОНИНА L-ГОМОСЕРИНОМ В РАЦИОНАХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

В ходе лабораторных и научно-хозяйственных опытов по включению аминокислотной кормовой добавки в рационы цыплят-бройлеров была выявлена целесообразность ее использования и с целью эффективного импортозамещения метионина была определена задача оптимизации дозы данного бионутриента для цыплят.

Материалом для исследований являлись цыплята-бройлеры кросса «ROSS-308» с суточного до 42-дневного возраста. Формирование контрольной и опытных групп осуществлялось суточным молодняком с живой массой 44–45 г по принципу групп-аналогов. Содержание напольное при одинаковом температурно-влажностном и световом режимах.

Опыт проводили по схеме, представленной в табл. 2.

Таблица 2. Схема опыта

Группа	Количество голов	Количество введенного препарата в комбикорм, %		
		0–10 дней	11–24 дня	25 дней и старше
1-я контрольная	100	0,2*	0,1*	0,1*
2-я опытная	100	0,2	0,1	0,1
3-я опытная	100	0,3	0,2	0,2
4-я опытная	100	0,4	0,3	0,3

* Дефицит метионина в контрольной группе компенсировали синтетическим DL-метионином, а в 2-й группе – эквивалентным по биологической активности количеством L-гомосерина, в 3-й группе – гомосерином, превышающим норму метионина на 0,1 п. п., и в 4-й группе – гомосерином, превышающим норму на 0,2 п. п.

Кормление молодняка осуществлялось вволю сухими полнорационными комбикормами по трем рецептам: ПК-5-1 – для молодняка в возрасте 0–10 дней, ПК-5-2 – в возрасте 11–24 дней и ПК-6 – старше 25-дневного возраста.

Комбикорма были сбалансированы по широкому комплексу питательных и биологически активных веществ (табл. 3).

Таблица 3. Состав и питательность комбикормов, %

Компоненты	Рецепт комбикорма		
	ПК-5-1	ПК-5-2	ПК-6
1	2	3	4
Пшеница	25	35	34
Кукуруза	36	20	30
Ячмень шелушенный	–	4	–
Шрот соевый	15	10	7
Шрот подсолнечниковый	5	5	10
Мука рыбная	8	11	–
Мука мясо-костная	–	–	8
Дрожжи кормовые	3	4	3
СОМ	5	5	3
Масло растительное	1	4	3
Мел кормовой	0,5	0,5	0,5
Соль поваренная	0,2	0,2	0,2
Фосфат обесфторенный	0,3	0,3	0,3
Премикс	1,0	1,0	1,0
Содержится в 100 г комбикорма			
Обменная энергия, кДж	1260	1330	1352
Сырой протеин	23	22	20
Сырая клетчатка	3,18	3,85	3,52
Сырой жир	4,04	6,34	5,54
Лизин	1,76	1,23	1,05

1	2	3	4
Метионин + цистин	0,89 (1,09)*	0,80 (0,97)*	0,72 (0,83)*
Триптофан	0,26	0,21	0,19
Треонин	0,94	0,85	0,80
Аргинин	1,47	1,32	1,09
Глицин	1,25	1,20	1,14
Линолевая кислота	1,11	1,28	1,21
Са	1,02	0,90	0,85
Р	0,85	0,81	0,76
На 1 т комбикорма добавлено			
Витамины: А, млн. МЕ		10	
D ₃ , млн. МЕ		3	
Е, г		20	
К ₃ , г		2	
В ₁ , г		2	
В ₂ , г		5	
В ₃ , г		20	
В ₄ , г		0,7	
В ₅ , г		20	
В ₆ , г		4	
В _с , г		1	
Н, г		0,15	
В ₁₂ , г		0,025	
С, г		50	
Микроэлементы: медь, г		2,5	
железо, г		10	
кобальт, г		1	
марганец, г		50	
цинк, г		50	
йод, г		0,7	
селен, г		0,5	

* В скобках: требуется по норме.

В рецептах комбикормов в графе «Содержится в 100 г комбикорма» показано количество метионина + цистин, содержащееся в данном рецепте, в скобках – по норме. В состав комбикормов входили компоненты как растительного, так и животного происхождения. Основу растительных кормов составляли зерновые злаковые культуры (пшеница, кукуруза) и небольшое количество подсолнечникового и соевого шротов. Для обеспечения комбикормов необходимым количеством протеина и незаменимых аминокислот они обогащались рыбной и мясо-костной мукой, высушенным обезжиренным молоком и кормовыми

дрожжами. Минеральная и витаминная питательность рецептов обеспечивалась минеральными добавками и премиксом. Дефицит метионина с цистином компенсировался в контрольной группе импортным препаратом синтетического метионина, а в опытных – аминокислотной кормовой добавкой гомосерин отечественного производства, в количествах эквивалентных по биологической активности метионину.

Энерго-протеиновое отношение составляло 548–676 кДж при норме 564–668 кДж, что находится в пределах нормы при трехкратной смене рационов. По соотношению аминокислот в протеине ни один из трех рецептов комбикормов при балансировании приблизить к «идеальному» не удалось. Так, в рецепте ПК-5-1 по расчету на 100 г лизина должно приходиться 74 г метионина + цистин, а имеется 62 г, треонина – 66 г, а содержится 53 г, триптофана при норме 16 г имеется 15 г, аргинина при норме 105 г – 84 г.

То есть имеющимся набором кормовых ингредиентов растительного и животного происхождения сбалансировать рационы по аминокислотному составу без синтетических аналогов аминокислот не удастся, а для более точного нормирования сбалансированных рационов рекомендуется выдерживать не столько энерго-протеиновое отношение, сколько норму содержания аминокислот на единицу обменной энергии.

Выводы. Все три рецепта комбикормов для цыплят-бройлеров в основном сбалансированы по 34 показателям питательных и биологически активных веществ, хотя имеющимся в хозяйстве набором кормовых средств растительного и животного происхождения создать по аминокислотному составу «идеальный» белок не представилось возможным.

Результаты исследований

Одним из основных критериев, определяющих эффективность выращивания бройлеров, является интенсивность их роста.

Контроль за изменением живой массы вели в соответствии с предусмотренной методикой по периодам выращивания: в суточном, 24- и 42-дневном возрасте. В суточном возрасте живая масса цыплят была 44–45 г. Результаты взвешиваний молодняка показали, что, несмотря на одинаковые условия температурно-влажностного и светового режимов, включение в комбикорма различных источников метионина в 24-дневном возрасте своеобразно отразилось на живой массе цыплят (табл. 4).

Таблица 4. Живая масса подопытных цыплят ($x \pm m$)

Группа	Возраст цыплят, дней			
	24	% к контролю	42	% к контролю
1-я	1120,1 ± 21,4	100,0	2112,4 ± 17,9	100,0
2-я	1094,2 ± 30,7	97,6	2098,3 ± 30,1	99,3
3-я	1188,3 ± 27,3	106,0	2219,2 ± 26,7*	105,0
4-я	1143,4 ± 32,1	102,0	2180,1 ± 19,6	103,2

* $P \leq 0,05$.

В этом научно-хозяйственном опыте повторилась картина предыдущего эксперимента на цыплятах-бройлерах, касающаяся ростостимулирующей эффективности гомосерина в дозе, эквивалентной по биологической активности метионину (2-я группа). Цыплята контрольной группы в 24-дневном возрасте имели живую массу (1120 ± 21,4) г, а 2-й группы – (1094 ± 30,7) г, или на 26 г меньше контроля. Это подтверждает правильность сделанного ранее вывода о необходимости увеличения дозы гомосерина.

Наибольшей интенсивностью роста отличались цыплята 3-й группы, в которой средняя живая масса составила (1188 ± 27,3) г, что на 6,0 % выше контрольной, хотя разница в живой массе не подтверждена результатами биометрической обработки цифровых данных.

Цыплята 4-й группы превосходили по живой массе контрольных сверстников на 2,0 % ((1143 ± 32,1) г), но эта разница не была достоверной. В дальнейшем рост молодняка заметно ускорился, что было связано с биологическими особенностями птицы в этом возрасте.

В 42-дневном возрасте цыплята 3-й группы превосходили по живой массе цыплят всех групп: контрольной и двух опытных. Их средняя живая масса составила (2219 ± 26,7) г, что выше, чем в контроле, на 5,0 % при статистически достоверной разнице.

Бройлеры 2-й группы продолжали отставать по живой массе в течение всего опыта в среднем на 0,7 %.

Цыплята 4-й группы превосходили по живой массе бройлеров контрольной на 3,2 % при статистически недостоверной разнице. То есть самой эффективной ростостимулирующей дозой гомосерина оказалось количество, превышающее норму метионина на 0,1 п. п.

Аналогичная динамика интенсивности наращивания живой массы выражалась среднесуточными приростами. В 24-дневном возрасте среднесуточный прирост живой массы у цыплят контрольной группы составил 44,8 г, 2-й – 43,7 г, 3-й – 47,6 г и 4-й – 45,8 г.

За период с 24- до 42-дневного возраста среднесуточные приросты составляли по группам соответственно: 55,1; 55,8; 57,2 и 57,6 г.

В среднем за все время выращивания среднесуточные приросты живой массы по группам составили: 49,2; 48,9; 51,8 и 50,8 г соответственно.

За время опыта сохранность цыплят в контрольной группе составила 100 %, в 2-й и 3-й группах в первые 10 дней было удалено по 1 голове, а в 4-й – 2 головы гипотрофиков.

Выводы. По ростостимулирующей эффективности все изучаемые варианты компенсации дефицита метионина в комбикормах гомосерином оказали в разной степени эффективности положительное влияние. Наиболее целесообразным оказалось использование аминокислотной кормовой добавки гомосерин в количестве, превышающем норму синтетического метионина на 0,1 п. п. (3-я группа).

Затраты кормов на прирост живой массы

Наряду с сохранностью цыплят и изменением их живой массы важным критерием эффективности выращивания являются затраты кормов на прирост. В результате проведенного нами опыта было установлено, что различные дозы гомосерина по-разному влияют на конверсию корма, а следовательно, и на затраты кормов на единицу прироста живой массы. Так, в 1-й группе за время опыта на каждую голову в среднем потреблено по 4,09 кг комбикорма, или на каждый килограмм прироста использовано по 1,98 кг. В 2-й группе, цыплята которой получали гомосерин в количестве, равном по биологической активности метионину, затраты на 1 кг прироста были выше, чем в контроле, и составили 1,99 кг. В 3-й группе конверсия корма была самой высокой и составила 1,79 кг/кг, или на 9,6 % ниже, чем в контроле. В этой группе были самые низкие затраты кормов на прирост живой массы. В 4-й группе при свободном доступе к кормам в среднем на 1 голову было потреблено 3,97 кг, а на 1 кг прироста использовано 1,86 кг комбикорма.

Графическое изображение взаимосвязи затрат кормов на прирост живой массы с интенсивностью роста цыплят-бройлеров представлено на рис. 1.

Анализ вышеприведенных данных о затратах кормов на прирост живой массы и интенсивности роста цыплят-бройлеров позволяет утверждать, что эти величины диаметрально противоположны.

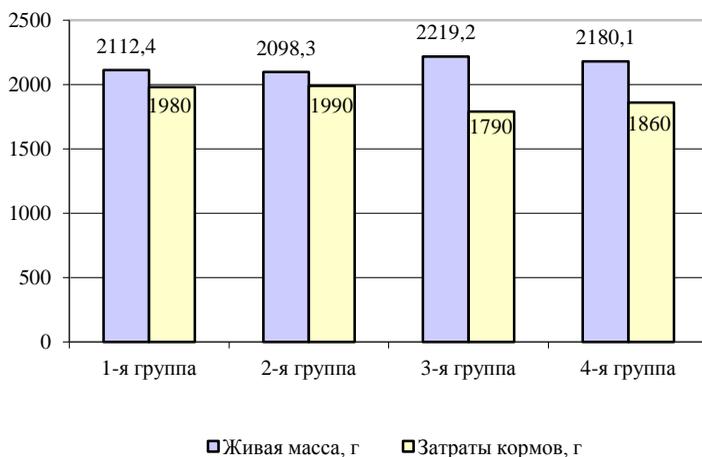


Рис. 1. Взаимосвязь живой массы с затратами кормов

То есть чем интенсивнее рост птицы, тем ниже затраты корма на 1 кг прироста. Эта общебиологическая закономерность отмечается не только в птицеводстве. Примером из области птицеводства может быть яйценоскость кур-несушек. При интенсивности яйценоскости 60 % на 10 яиц затрачивается 1,8 кг комбикорма, а при яйценоскости 80 % – 1,5 кг корма.

Выводы. Как по интенсивности роста, так и по затратам кормов на 1 кг прироста живой массы доминирующее положение занимали цыплята 3-й опытной группы, в комбикорм которых вводилась аминокислотная кормовая добавка гомосерин в количестве, превышающем норму метионина на 0,1 п. п.

Мясная продуктивность и качество мяса

Показатели живой массы отражают лишь количественные изменения в организме птицы, а анатомическая разделка позволяет определить, за счет каких тканей произошли эти изменения.

В наших исследованиях установлено, что показатели интенсивности роста молодняка и конечные результаты живой массы положительно коррелируют с убойными качествами тушек (табл. 5). Основным критерием при учете мясной продуктивности принято считать убойный выход, под которым понимается процентное отношение убойной массы к живой массе птицы.

Таблица 5. Убойный выход мяса бройлеров ($x \pm m$, $n = 5$)

Группа	Предубойная живая масса, г	Масса полупотрошенной тушки, г	Масса потрошенной тушки, г	Убойный выход, %
1-я	2115,3 \pm 1,2*	1692,0 \pm 1,3	1317,6 \pm 1,4	62,3
2-я	2100,4 \pm 2,3	1701,1 \pm 2,4	1304,1 \pm 3,3	62,1
3-я	2215,1 \pm 3,4	1816,3 \pm 3,2	1433,1 \pm 3,2	64,7
4-я	2180,2 \pm 1,2	1765,1 \pm 1,3	1395,2 \pm 1,2	64,0

* Средняя живая масса для анатомической разделки тушек.

Визуальная оценка показала, что пигментация тушек цыплят всех групп была интенсивно-желтой. Убойный выход повышался в соответствии с интенсивностью роста молодняка и составлял 62–64 %.

При послеубойной экспертизе тушек и внутренних органов птицы патологоанатомических изменений у цыплят контрольной и опытных групп не выявлено.

Данные анатомической разделки тушек (табл. 6) показывают, что в организме цыплят-бройлеров изучаемый препарат гомосерин оказывают положительное влияние на функциональное состояние и массу внутренних органов.

Таблица 6. Развитие внутренних органов цыплят-бройлеров, г ($x \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Живая масса	2115,3 \pm 1,2	2100,4 \pm 2,3	2215,1 \pm 3,4	2180,2 \pm 1,2
Сердце	7,88 \pm 0,8	7,69 \pm 0,8	9,02 \pm 0,7	8,09 \pm 0,6
Легкие	8,02 \pm 0,7	8,0 \pm 0,7	8,97 \pm 0,8	8,54 \pm 0,7
Печень	42,09 \pm 1,4	41,37 \pm 1,3	45,86 \pm 1,7	43,06 \pm 1,5
Поджелудочная железа	4,16 \pm 0,3	4,18 \pm 0,4	4,73 \pm 0,5	4,20 \pm 0,4
Селезенка	2,0 \pm 0,002	1,96 \pm 0,001	2,8 \pm 0,003	2,06 \pm 0,006
Почки	9,74 \pm 0,9	9,53 \pm 0,8	10,05 \pm 0,9	9,81 \pm 0,8
Мышечный желудок	45,02 \pm 1,7	45,0 \pm 1,7	44,80 \pm 1,6	45,06 \pm 1,7
Железистый желудок	7,35 \pm 0,8	7,30 \pm 0,7	8,31 \pm 0,9	7,72 \pm 0,8

Согласно данным табл. 6, все внутренние органы цыплят имели пропорциональное развитие в соответствии с общим габитусом птицы.

Химическое исследование мяса дает определенное представление о составе и биохимических процессах, протекающих в мышечной ткани. Различные нарушения обмена веществ приводят к изменению состава тканей, что, в свою очередь, может отразиться на функциональной деятельности желез внутренней секреции.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что содержание сухих веществ в мышечной ткани цыплят контрольной и опытных групп было практически одинаковым.

Достоверной разницы в показателях концентрации протеина, жира и золы в мышцах тоже не обнаружено.

Питательная ценность мяса птицы зависит не только от количества белка, но и от его аминокислотного состава. Поскольку в мышцах различают саркоплазматические, соединительнотканые и миофибриллярные белки, то естественным показателем их полноценности является соотношение определенных аминокислот. Общепринятым в мире критерием такой полноценности является триптофан-оксипролиновая формула. Поэтому интересно было проследить математическое выражение этой формулы в нашем опыте (табл. 7).

Таблица 7. Химический состав грудных мышц бройлеров ($x \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Влага, %	72,7 ± 0,5	73,0 ± 0,4	71,9 ± 0,4	71,4 ± 0,3
Протеин, %	20,5 ± 0,2	20,1 ± 0,3	21,2 ± 0,2	21,0 ± 0,2
Жир, %	6,1 ± 0,4	6,2 ± 0,2	6,0 ± 0,3	6,9 ± 0,4
Зола, %	0,71 ± 0,08	0,7 ± 0,09	0,82 ± 0,07	0,71 ± 0,06
Оксипролин, мг/%	97,9	91,4	90,2	95,8
Триптофан, мг/%	456,3	447,2	450,9	463,1
Отношение триптофан-оксипролиновое	4,7:1	4,9:1	5,0:1	4,8:1

Известно, что оксипролин содержится только в белках соединительной ткани. Чем выше отношение триптофана и оксипролина, тем больше содержится полноценных белков в мясе и выше его биологическая ценность. Самым благоприятным было триптофан-оксипролиновое отношение в мясе цыплят 3-й группы (5,0:1).

Исследованиями аминокислотного состава грудных мышц цыплят бройлеров установлено, что в белках этих мышц цыплят опытных групп содержание различных незаменимых аминокислот варьировало от незначительного снижения (на 0,7 %) в 2-й группе до существенно превышения (на 8,7 %) в 3-й группе.

Анализ содержания отдельных аминокислот в грудных мышцах показал, что наибольшим было содержание лизина, аргинина, изолейцина и лейцина.

Качество мясopодуки определяется биологической ценностью, совокупностью свойств продукта обеспечивать физиологические потребности человека в пищевых и вкусовых веществах, которые определяются прежде всего содержанием незаменимых аминокислот (табл. 8).

Таблица 8. Аминокислотный состав грудных мышц, г (содержится в 1 кг при натуральной влажности)

Название аминокислот	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Лизин	17,8 ± 1,7	18,1 ± 1,2	19,3 ± 1,4	18,0 ± 0,9
Гистидин	8,2 ± 0,3	8,4 ± 0,5	8,5 ± 0,8	9,1 ± 0,6
Аргинин	9,6 ± 0,9	9,0 ± 0,1	10,0 ± 0,3	9,8 ± 0,4
Треонин	7,3 ± 0,2	8,4 ± 0,1	8,8 ± 0,1	8,5 ± 0,3
Аланин	9,6 ± 0,5	9,3 ± 0,6	10,4 ± 0,7	10,1 ± 1,0
Валин	8,5 ± 0,2	8,7 ± 0,3	9,0 ± 0,5	9,3 ± 0,4
Метионин	5,0 ± 0,1	5,8 ± 0,2	6,0 ± 0,3	6,2 ± 0,3
Изолейцин	8,4 ± 0,4	8,5 ± 0,3	9,8 ± 0,5	9,1 ± 0,4
Лейцин	16,7 ± 1,0	15,0 ± 1,2	17,5 ± 1,4	16,2 ± 1,2
Фенилаланин	7,6 ± 0,2	7,7 ± 0,4	8,0 ± 0,3	9,1 ± 0,5
Сумма аминокислот	98,7	98,9	107,3	105,4
В % к контролю	100,0	100,0	108,7	106,3

По сумме незаменимых аминокислот (см. табл. 8) мясо цыплят 3-й и 4-й групп имело преимущество по сравнению с контрольной на 8,7 и 6,3 %, причем главным образом за счет лимитирующих аминокислот: метионина, лизина и треонина.

Кроме того, при изучении нового бионутриента большой интерес представляет определение химического состава печени. И это правомерно. Ведь печень представляет собой, образно говоря, уникальную химическую лабораторию по созданию практически всех питательных веществ, которые вырабатываются в организме: белков, жиров, углеводов. Здесь синтезируются желчные кислоты, которые помогают расщеплять, эмульгировать жиры, усваивать их, и, наконец, еще одна важная функция – обезвреживать токсичные вещества.

Учитывая важность выполняемых метаболических и защитных функций печени, каждый раз при проведении опытов по кормлению мы обращаем внимание не только на ее морфологию, как самую крупную железу внутренней секреции, но и на ее химический состав, аккумуляцию аминокислот и депонирование витаминов. Нашими исследованиями установлено следующее (табл. 9).

Таблица 9. Масса печени и ее химический состав, %

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Масса печени, г	42,09 ± 3,7	41,37 ± 2,6	45,86 ± 5,1	43,06 ± 3,2
Вода	75,6 ± 0,18	76,1 ± 0,2	75,3 ± 0,3	74,9 ± 0,41
Белок	17,8 ± 0,54	17,5 ± 0,37	18,2 ± 0,76	17,9 ± 0,48
Жир	5,8 ± 0,33	5,5 ± 0,41	5,7 ± 0,38	5,9 ± 0,17
Зола	0,8 ± 0,12	0,9 ± 0,07	0,8 ± 0,03	0,9 ± 0,08

Как свидетельствуют данные табл. 9, масса печени у цыплят всех групп была пропорциональна общему габитусу бройлеров.

При биометрической обработке данных по сухому веществу, белку, жиру и золе достоверных различий между группами не установлено.

Тенденцию превосходства показателей ретенции аминокислот в печени имели образцы продукта 3-й и 4-й групп (табл. 10) за счет большего накопления лизина, аргинина, изолейцина, что свидетельствует о более интенсивном течении окислительно-восстановительных реакций с их участием.

Таблица 10. Содержание аминокислот в печени, г (содержится в 1 кг при натуральной влажности)

Название аминокислот	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Лизин	15,1 ± 0,8	15,2 ± 0,7	16,0 ± 0,6	16,1 ± 0,5
Гистидин	6,8 ± 0,1	7,0 ± 0,4	7,2 ± 0,3	7,6 ± 0,6
Аргинин	7,9 ± 0,2	6,6 ± 0,3	8,1 ± 0,7	8,0 ± 0,6
Треонин	6,2 ± 0,1	7,1 ± 0,2	7,8 ± 0,1	7,0 ± 0,2
Аланин	8,3 ± 0,2	7,5 ± 0,2	8,8 ± 0,6	8,4 ± 0,5
Валин	7,4 ± 0,3	7,6 ± 0,2	7,9 ± 0,1	7,6 ± 0,1
Метионин	6,1 ± 0,1	6,9 ± 0,2	7,6 ± 0,1	6,9 ± 0,2
Изолейцин	6,9 ± 0,2	6,8 ± 0,3	7,5 ± 0,2	7,4 ± 0,1
Лейцин	13,4 ± 0,4	11,8 ± 0,5	13,0 ± 0,8	14,1 ± 0,6
Фенилаланин	6,1 ± 0,7	6,3 ± 0,6	7,1 ± 0,4	6,2 ± 0,3
Сумма аминокислот	84,2	86,8	91,9	89,3
В % к контролю	100,0	99,0	108,1	106,0

Судя по данным табл. 10, сумма незаменимых аминокислот в образцах печени 3-й и 4-й групп доминировала синхронно с этими показателями в грудных мышцах цыплят. Здесь преимущества выразались количеством 9,1–6,0 % главным образом за счет лимитирующих аминокислот.

Выводы. По показателям убойного выхода, развития внутренних органов, химического и аминокислотного состава грудных мышц и печени статистически достоверных различий между группами не установлено.

Морфологический и биохимический состав крови

Система крови является индикатором состояния организма птицы. Изучение морфологических и биохимических показателей крови имеет большое значение в оценке продуктивных качеств и полноценности кормления птицы, поскольку кровь является средой, через которую органы и ткани организма получают все необходимые для жизнедеятельности питательные вещества и выделяют продукты обмена.

Как показали результаты наших исследований, различные дозы гомосерина по-разному отразились на морфофункциональной картине крови (табл. 11).

Таблица 11. Гематологические показатели цыплят-бройлеров ($\bar{x} \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
В возрасте 24 дня				
RBC, $10^{12}/л$ *	$2,5 \pm 0,3$	$2,6 \pm 0,5$	$2,8 \pm 0,4$	$2,7 \pm 0,6$
WBC, $10^9/л$ **	$26,2 \pm 1,1$	$26,6 \pm 1,1$	$29,1 \pm 1,8$	$28,5 \pm 1,9$
HGB, г/л ***	$96,1 \pm 3,2$	$97,3 \pm 3,4$	$99,5 \pm 4,1$	$98,4 \pm 3,7$
В возрасте 42 дня				
RBC, $10^{12}/л$	$2,7 \pm 0,4$	$2,7 \pm 0,6$	$2,9 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,5$
WBC, $10^9/л$	$28,2 \pm 1,3$	$27,7 \pm 1,1$	$30,1 \pm 0,8$	$28,5 \pm 0,9$
HGB, г/л	$98,1 \pm 3,4$	$98,3 \pm 2,4$	$103,5 \pm 2,9$	$99,3 \pm 3,1$

* Эритроциты; ** лейкоциты; *** гемоглобин.

Тенденция увеличения количества эритроцитов в крови цыплят опытных групп сочеталась с повышением содержания гемоглобина, хотя это явление носило больше статичный, чем динамичный, характер, и достоверных различий в интенсивности протекания эритро- и гемопоэза между контрольной и опытными группами не установлено. Но следует отметить, что в первый месяц выращивания течение пролиферативных процессов у цыплят в опытных группах было на 3,5–12,0 % интенсивнее, чем в контроле, а в заключительный период роста более высокие показатели эритро- и гемопоэза снизились до 5,5–7,4 %. Это связано с периодичностью в относительной скорости роста и возрастом цыплят. Тем не менее повышение концентрации клеток крас-

ной крови, а в них и более высокое содержание генератора окислительных процессов – гемоглобина предполагают интенсификацию общего обмена веществ и энергии в организме птицы.

На этом фоне подтверждением преимущества биоресурсного потенциала цыплят опытных групп может быть содержание белка и его фракций в сыворотке крови. Белок не только является пластическим материалом для образования тканей и органов, поскольку участвует в обмене белков всего организма. Он принимает участие в поддержании осмотического давления, выполняет транспортные, ферментативные и защитные функции, обуславливает буферные свойства крови, регулирует водный обмен. То есть белковый состав сыворотки крови, находясь в постоянном динамичном равновесии с белковым составом тканей, служит важным физиологическим показателем состояния процессов обмена веществ в организме птицы.

Резюмируя итоги анализа белкового состава сыворотки крови, можно утверждать, что в опытных группах имело место повышение уровня общего белка и его фракций (табл. 12).

Таблица 12. Содержание белка и его фракций в сыворотке крови ($x \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
В возрасте 24 дня				
Общий белок, г/л	37,3 ± 2,9	36,8 ± 3,1	39,4 ± 3,0	38,0 ± 2,9
Альбумины, %	50,4 ± 3,1	50,2 ± 3,0	51,4 ± 4,1	50,6 ± 4,0
Глобулины, %: α	26,5 ± 1,6	26,3 ± 2,1	27,3 ± 1,9	26,1 ± 1,8
β	14,3 ± 1,3	14,2 ± 1,3	12,2 ± 1,4	14,3 ± 1,3
γ	8,8 ± 0,64	9,3 ± 0,71	9,1 ± 0,72	9,0 ± 0,83
Иммуноглобулины, %: IgG	4,2 ± 0,23	4,4 ± 0,25	4,3 ± 0,24	4,2 ± 0,27
IgA	2,5 ± 0,12	2,6 ± 0,22	2,4 ± 0,13	2,3 ± 0,11
IgM	2,1 ± 0,09	2,3 ± 0,10	2,4 ± 0,12	2,5 ± 0,12
В возрасте 42 дня				
Общий белок, г/л	38,9 ± 2,1	38,2 ± 3,3	41,4 ± 2,7	40,3 ± 3,1
Альбумины, %	40,3 ± 1,9	40,1 ± 0,9	43,8 ± 2,1	41,0 ± 1,8
Глобулины, %: α	25,1 ± 1,6	25,0 ± 2,1	24,2 ± 1,2	26,3 ± 1,3
β	19,0 ± 1,1	19,8 ± 1,4	17,7 ± 0,9	17,1 ± 1,9
γ	15,6 ± 0,8	15,1 ± 1,0	16,8 ± 0,6	15,6 ± 0,8
Иммуноглобулины, %: IgG	7,14 ± 0,57	6,94 ± 0,59	8,24 ± 0,84	7,12 ± 0,61
IgA	5,83 ± 0,42	5,43 ± 0,39	5,73 ± 0,42	5,80 ± 0,43
IgM	2,63 ± 0,13	2,73 ± 0,14	2,83 ± 0,15	2,68 ± 0,13

Так, в 24-дневном возрасте концентрация общего белка в сыворотке крови цыплят 3-й группы, в комбикорм которых вводили гомосерин на 0,1 п. п. выше нормы синтетического метионина, повысилась на

2,1 г/л, или на 5,6 %, при статистически неподтвержденной разнице. Тем не менее этот показатель свидетельствует о более высокой по сравнению с контролем интенсивности протеосинтетических реакций в организме.

Поскольку альбумины являются основным белком крови, выполняющим функции транспорта витаминов, гормонов, жирных кислот, пигментов, лекарственных веществ, а также являющимся регулятором коллоидно-осмотического давления и быстро реализуемым резервом белка, то их высокое содержание (50–51 %) в первый период выращивания свидетельствует о соответствующем количестве пластического материала для высокой относительной скорости роста (185,5 %) молодняка.

В заключительный период выращивания количество общего белка возросло на 1,6–2,0 %, а количество альбуминов снизилось до 40–43 % параллельно со снижением относительной скорости роста бройлеров до 60 %. Общий же габитус цыплят всех групп возрастал с преимуществом 3-й группы перед контролем на 5,0 %. На завершающем этапе выращивания концентрация гамма-глобулинов в этой группе превышала контроль на 1,2 п. п., в том числе иммуноглобулинов IgG (самого действенного иммуномодулятора) на 1,1 %.

В сложной цепи формирования и устойчивости естественной резистентности организма важными звеньями являются клеточные и гуморальные факторы его защиты. Результаты изучения их активности представлены в табл. 13.

Таблица 13. Клеточные и гуморальные факторы защиты организма ($x \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
В возрасте 24 дня				
Фагоцитарная активность, %	56,7 ± 1,2	55,1 ± 1,7	61,3 ± 1,4*	57,0 ± 1,6
Лизоцимная активность, %	23,1 ± 0,8	22,9 ± 1,1	23,9 ± 0,9	23,6 ± 1,7
Бактерицидная активность, %	55,2 ± 0,9	55,0 ± 1,2	60,3 ± 1,4*	56,3 ± 1,0
В возрасте 42 дня				
Фагоцитарная активность, %	57,4 ± 1,3	56,9 ± 1,4	63,4 ± 1,5*	58,9 ± 1,3
Лизоцимная активность, %	24,3 ± 1,0	23,7 ± 0,9	25,7 ± 1,1	23,4 ± 0,9
Бактерицидная активность, %	56,7 ± 1,2	56,3 ± 1,2	62,1 ± 1,4*	56,8 ± 1,2

* $P \leq 0,05$.

Как свидетельствуют данные табл. 13, наиболее высокий статус клеточных и гуморальных факторов защиты организма был у цыплят 3-й группы, в рационы которых включался гомосерин в количестве, превышающем норму метионина на 0,1 п. п.

Так, при скормливании комбикорма рецепта ПК-5-2 фагоцитарная активность лейкоцитов в сыворотке крови молодняка этой группы была выше контрольной на 8,1 %, лизоцимная активность сыворотки крови – на 3,4 % и бактерицидная активность – на 9,2 %. Во вторую половину выращивания с использованием комбикорма ПК-6 наиболее напряженным был обмен веществ у цыплят в 3-й группе и аналогичное преимущество выражалось в показателях фагоцитарной активности, которая была выше на 10,5 %, лизоцимной активности – на 5,7 % и бактерицидной активности – на 9,5 %.

Несомненно, иммунная защита является уникальной эволюционно выработанной функциональной возможностью противостояния организма действию агрессивных факторов внешней и внутренней среды. В молодом растущем организме в процессе метаболизма образуются продукты окисления: свободные радикалы и перекисные соединения. Нейтрализовать их призваны антиоксиданты. В биологии антиоксиданты рассматриваются как средство дополнительной неспецифической коррекции патологических состояний, протекающих на фоне усиления окислительных процессов. Антиоксиданты даже в незначительных количествах от 0,01 до 0,001 % уменьшают скорость окислительных процессов. Предпочтение должно отдаваться природным ингибиторам окислительных процессов как потенциально безопасным средствам. Гомосерин как раз и является природной аминокислотой. Вот почему выяснение вопроса об участии гомосерина в активизации ферментативного звена антиоксидантной системы представляет большой научный и практический интерес и является предметом наших дальнейших исследований.

И, наконец, апогеем всему зарегистрированному в наших исследованиях широкому кругу биокорректирующего воздействия гомосерина на организм цыплят-бройлеров явилась адаптационная пластичность молодняка, выразившаяся в показателях физиологического состояния, интенсивности роста, конверсии корма и общей эффективности производства (табл. 14).

Таблица 14. Клинико-физиологическое состояние птицы ($x \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
1	2	3	4	5
В возрасте 24 дня				
Температура тела, °С	41,5 ± 0,2	41,3 ± 0,3	42,2 ± 0,4	41,6 ± 0,1
Частота пульса в минуту	236,1 ± 7,3	240,6 ± 5,9	250,3 ± 7,5	243,9 ± 6,5
Частота дыхания в минуту	37,5 ± 2,4	35,8 ± 3,4	39,2 ± 4,2	38,0 ± 3,9

1	2	3	4	5
В возрасте 42 дня				
Температура тела, °С	40,9 ± 0,3	41,6 ± 0,2	42,5 ± 0,3	41,2 ± 0,1
Частота пульса в минуту	215,7 ± 4,8	213,5 ± 6,1	237,4 ± 6,6	220,5 ± 4,9
Частота дыхания в минуту	31,4 ± 5,1	30,2 ± 4,5	33,1 ± 5,7	31,8 ± 5,3
Еп, ед. *	252,3	246,7	291,4	272,6

* Европейский показатель эффективности выращивания молодняка.

Как свидетельствуют данные табл. 14, физиологическое состояние цыплят-бройлеров отражает интенсивность течения биосинтетических процессов в организме по периодам роста и общую эффективность производства. При закономерном снижении относительной скорости роста молодняка со 184,7–185,4 % в первый период выращивания до 61,1–61,4% в конце откорма критерии физиологического статуса бройлеров свидетельствуют о преимуществе метаболических процессов в организме цыплят опытных групп перед контролем.

Экономическая эффективность производства

Непременным условием включения в рационы птицы мясного направления продуктивности новых биологически активных нутриентов является их экономическая эффективность, слагаемыми которой выступают критерии высокой интенсивности роста и конверсии кормов. Они и явились исходными данными для расчета экономической целесообразности использования гомосерина в данном научно-хозяйственном опыте (табл. 15).

Таблица 15. Экономическая эффективность выращивания бройлеров

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Поголовье в начале опыта, гол.	100	100	100	100
Сохранность бройлеров, %	100	99	99	98
Живая масса группы в суточном возрасте, кг	4,45	4,45	4,45	4,45
Живая масса группы в конце опыта, кг	211,24	207,73	219,70	213,65
Прирост живой массы, кг	206,79	203,28	215,25	209,20
Стоимость прироста, у. е.	330,8	325,2	344,4	334,7
Израсходовано кормов, кг	409,4	404,5	385,2	389,1
Стоимость кормов и препарата, у. е.	225,4	222,4	233,9	229,1
Всего прямых и косвенных затрат, у. е.	322,1	317,7	334,2	327,3
Прибыль, у. е.	8,7	7,5	10,2	7,4
Прибыль в расчете на 1000 гол., у. е.	87,0	75,7	103,0	75,4

Расчеты показывают, что все четыре варианта выращивания современных высокопродуктивных кроссов в промышленном птицеводстве прибыльны. Но самым эффективным оказался вариант использования гомосерина в дозе, превышающей норму метионина на 0,1 п. п. Здесь дополнительная прибыль в расчете на 1000 голов составила 16 у. е.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного научно-хозяйственного и лабораторных опытов по определению эффективности импортозамещения метионина в рационах цыплят-бройлеров инновационной аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин установлено следующее.

1. Различные дозы изучаемого препарата в различной степени эффективности оказывают положительное влияние на интенсивность роста цыплят. Наиболее высокая энергия роста наблюдалась у бройлеров, в рацион которых включался гомосерин в количестве, на 0,1 п. п. превышающем норму метионина (3-я опытная группа). В конце выращивания живая масса цыплят этой группы составляла $(2219 \pm 26,7)$ г против $(2112 \pm 17,9)$ г в контроле, что на 5 % выше при достоверной разнице ($P \leq 0,05$).

2. Затраты кормов на прирост 1 кг живой массы варьировали от 1,99 до 1,79 кг. Самая высокая конверсия корма была у цыплят 3-й опытной группы и составляла 0,56 ед. против 0,50 ед. в контроле.

3. По показателям убойного выхода, по развитию внутренних органов, по химическому и аминокислотному составу мяса и печени различий между группами не установлено.

4. Аминокислотная кормовая добавка L-гомосерин по влиянию на морфологические и биохимические показатели крови (содержание белка и белковых фракций, резервная щелочность, клеточные и гуморальные факторы защиты организма) и общей адаптогенной эффективности аналогична метионину. Дополнительная прибыль в расчете на 1000 голов выращиваемого молодняка составила 16 у. е.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью эффективного импортозамещения метионина в рационах цыплят-бройлеров аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин необходимо включать в комбикорма количество гомосерина, превышающее норму метионина на 0,1 п. п. (например, норма метионина + цистин в рационе 0,83 %, а гомосерина по его биологической ак-

тивности требуется 0,93 %, т. е. больше на 0,1 п. п.). Такой вариант использования новой аминокислотной кормовой добавки отечественного производства обеспечит повышение интенсивности роста молодняка, более рациональное использование кормов и повышение экономической эффективности производства.

Данные результатов исследований подтверждают необходимость включения в план строящегося в г. п. Руденск Пуховичского района завода по производству аминокислот для нужд животноводства (Указ № 300 Президента Республики Беларусь от 08.08.2016 г. «Об организации высокотехнологичного агропромышленного производства полного цикла на 2016–2032 годы») производственных мощностей по выпуску для нужд животноводства отечественной импортозамещающей аминокислотной кормовой добавки L-гомосерин по имеющейся технологии, разработанной учеными Института физико-органической химии НАН Беларуси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Измайлович, И. Б. L-гомосерин – альтернатива импортным синтетическим аминокислотам / И. Б. Измайлович, Н. Н. Якимович // Ветеринарная медицина Беларуси. – 2008. – № 3–4. – С. 2–4.
2. Майстер, А. Биохимия аминокислот / А. Майстер. – Москва: Иностранная литература, 1961. – 531 с.
3. Способ оценки состояния печени пациента: пат. RU 2089914 / Л. В. Генинг, К. Г. Газарян, Н. Б. Андреева, И. С. Хромов, Т. Г. Газарян, И. П. Горбарец; Ин-т молекулярной генетики РАН. – 1997.
4. Cohen, G. N. E. coli and Salmonella tiphimurium / G. N. Cohen, T. Suint-Girons // J. Mol. Biol. – 1987. – Vol. 1. – P. 429–444.
5. Grinstein, Dzh. Chemistry of amino acids and peptides / Dzh. Grinstein, M. Vinnits. – M.: Foreign literature, 1966. – 832 p.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Биологические особенности L-гомосерина	5
2. Эффективность импортозамещения метионина L-гомосерином в рационах цыплят-бройлеров	6
Заключение	22
Предложение производству	22
Библиографический список	23