

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

И. Б. Измайлович, Н. А. Садовов

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ МЕТИОНИНА
АМИНОКИСЛОТНОЙ КОРМОВОЙ
ДОБАВКОЙ L-ГОМОСЕРИН
В РАЦИОНАХ КУР ЯИЧНЫХ КРОССОВ**

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

Горки
БГСХА
2019

УДК 636.52/.58:636.084.415(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 *В. Ф. Радчиков*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. И. Кудрявец*

Измайлович, И. Б.

ИЗ7 Импортзамещение метионина аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин в рационах кур яичных кроссов : рекомендации / И. Б. Измайлович, Н. А. Садовов. – Горки : БГСХА, 2019. – 32 с.

ISBN 978-985-467-955-6.

Приведены рекомендации по замещению метионина аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин в рационах кур яичных кроссов: биологические особенности L-гомосерина, эффективность его использования в рационах ремонтного молодняка и кур-несушек, экономическая эффективность.

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

УДК 636.52/.58:636.084.415(083.13)

ББК 46.8я73

ISBN 978-985-467-955-6

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2019

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что по темпам ежегодного прироста производства продуктов питания (яиц и мяса) птицеводство среди всех отраслей сельскохозяйственного животноводства занимает первое место в мире, а по валовому производству мяса – второе после свиноводства. И вместе с тем резервы повышения интенсивности производства продукции птицеводства использованы еще далеко не полностью. Например, 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 является проблемой не только для нашей страны, но и во всем мире. Полноценность же белка, в свою очередь, обусловлена содержанием в нем основных структурных элементов – аминокислот. То есть на современном этапе развития научно-технического прогресса проблема белкового питания сельскохозяйственных животных и птицы фактически переросла в проблему обеспечения их определенным набором аминокислот.

Если эту задачу легче решить при организации кормления жвачных животных, то для птицы сбалансировать рационы по незаменимым аминокислотам за счет естественной кормовой базы практически невозможно. Поэтому в птицеводстве решением проблемы дефицита белкового питания неизбежно оказывается применение синтетических аналогов незаменимых аминокислот, которых в нашей стране пока не производится, а все они для нужд животноводства закупаются за рубежом.

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

В живой природе весь ход обмена веществ подчинен главной цели – воспроизведению белковых тел, поскольку с точки зрения диалектического материализма жизнь не что иное как «способ существования белковых тел». Структурными элементами белков являются аминокислоты. Общее число встречающихся в природе аминокислот составляет около 150. Среди них есть белковые, небелковые, трансляционно включаемые в состав белков и аминокислоты, не входящие в состав белков.

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, производная пролина; пирролизин, производные лизина и ряд других.

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
Аминокислота L-гомосерин, %	7,5
Обменная энергия, кДж	837
Сырой протеин, %	26
Сырой жир, %	2,5
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 ₈ , 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

Таким образом, 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. ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ МЕТИОНИНА L-ГОМОСЕРИНОМ В РАЦИОНАХ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА КУР

Особенности роста и развития молодняка птиц определяются наследственно обусловленными внутренними закономерностями и условиями внешней среды. В современном промышленном птицеводстве целенаправленной селекционной работой и созданием оптимальных условий содержания достигнут высокий уровень продуктивной специализации в яичном и мясном направлении, но биологические закономерности роста и развития молодняка остаются неизменными начиная с первых дней постэмбрионального периода и далее на всех этапах выращивания, что необходимо учитывать в повседневной работе.

Поскольку данные предыдущего научно-хозяйственного опыта по использованию L-гомосерина в количествах, равных по биологической активности метионину, не показали результатов, обеспечивающих полноценное импортозамещение, задачей настоящего эксперимента было определение оптимальной дозы аминокислотной кормовой добавки в рационах ремонтных курочек. Опыт проводили на Приднепровской птицефабрике Могилевской области на ремонтном молодняке кросса «Хайсекс белый». Содержали птицу с суточного до 110-дневного возраста в трехъярусных универсальных клеточных батареях КБУ-3 без пересадок в одинаковых условиях. Научное обоснование норм включения гомосерина осуществляли на фоне полнорационных комбикормов, сбалансированных по широкому комплексу питательных и биологически активных веществ в соответствии с руководством «Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности Беларуси» (2010 г.). Кормление молодняка осуществляли с трехфазовой сменой рационов: в возрасте 0–5 недель – комбикорм рецепта ПК-2-1, в возрасте 5–10 недель – ПК-2-2, в возрасте 10 недель и до конца выращивания – ПК-3. Рецепты комбикормов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Рецепты комбикормов

Компоненты, %	Рецепт комбикорма					
	ПК-2-1		ПК-2-2		ПК-3	
Пшеница	16		30		34	
Кукуруза	47		45		28	
Ячмень шелушенный	9		4		17	
Шрот соевый	8		6		8	
Шрот подсолнечниковый	4		5		1	
Мука рыбная	5,0		4,3		–	
Мука мясо-костная	–		–		4	
Дрожжи кормовые	3		4		3	
СОМ	5		–		–	
Масло растительное	1		–		3	
Мел кормовой	0,5		0,4		0,5	
Соль поваренная	0,2		0,1		0,2	
Фосфат обесфторенный	0,3		0,2		0,3	
Премикс	1,0		1,0		1,0	
Содержится в 100 г комбикорма, %:	Факт.	Норма	Факт.	Норма	Факт.	Норма
обменной энергии, кДж	1210	1213	1185	1184	1160	1163
сырого протеина	19,3	19,5	17,6	17,5	14,9	15,0
сырого жира	3,0	2,9	2,3	2,1	2,5	2,6
сырой клетчатки	3,7	3,5	3,9	4,0	6,2	6,0

лизина	1,05	1,05	0,96	0,95	0,71	0,72
метионина + цистин	0,7	0,8*	0,66	0,75*	0,46	0,56*
триптофана	0,21	0,20	0,16	0,17	0,14	0,15
треонина	0,93	0,94	0,86	0,85	0,81	0,80
аргинина	1,44	1,47	1,41	1,32	1,10	1,09
глицина	1,22	1,25	1,17	1,20	1,15	1,14
линолевой кислоты	1,10	1,11	1,30	1,28	1,22	1,21
Са	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0
Р	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6
На 1 т комбикорма добавлено						
Витамины: А, млн. МЕ	10,0		10,0		10,0	
D ₃ , млн. МЕ	2,0		2,0		2,0	
Е, г	5,0		5,0		5,0	
К ₃ , г	1,0		1,0		1,0	
В ₁ , г	1,0		1,0		1,0	
В ₂ , г	3,0		3,0		3,0	
В ₃ , г	20,0		20,0		20,0	
В ₄ , г	245,0		245,0		245,0	
В ₅ , г	20,0		20,0		20,0	
В ₁₂ , г	0,02		0,02		0,02	
Микроэлементы: железо, г	10,0		10,0		10,0	
медь, г	2,5		2,5		2,5	
цинк, г	50		50		50	
марганец, г	70		70		70	
кобальт, г	0,5		0,5		0,5	
йод, г	0,7		0,7		0,7	

* Дефицит метионина + цистин.

Комбикорма были дефицитны по метионину на 0,1 %. Научно-хозяйственный опыт проводили по схеме, представленной в табл. 3.

Таблица 3. Схема опыта

Группа	Количество голов	Особенности кормления
1-я контрольная	100	ОР* + 0,1 % синтетического метионина
2-я опытная	100	ОР + 0,1 % L-гомосерина
3-я опытная	100	ОР + 0,2 % L-гомосерина
4-я опытная	100	ОР + 0,3 % L-гомосерина

* ОР – основной рацион.

Предусмотрено в контрольной группе дефицит метионина в количестве 0,1 % компенсировать синтетическим метионином, в 2-й опыт-

ной группе восполнить недостаток метионина равным по биологической активности количеством гомосерина (0,1 %), в 3-й – на 0,1 п. п. выше нормы метионина и в 4-й группе – выше нормы на 0,2 п. п.

Нормированное кормление и правильная подготовка молодняка к началу яйцекладки – важнейшие условия дальнейшей высокой продуктивности кур-несушек. Большую роль в направленном выращивании играет уровень кормления, ограничивающий поступление питательных веществ в организм. Снижение содержания в рационе энергии и протеина позволяет предупредить преждевременное половое созревание и раннюю яйцекладку, обеспечивает нормальный рост и своевременное развитие будущих несушек, подготавливает птицу к высокой физиологической нагрузке продуктивного периода.

Учет расходования кормов осуществляли по группам. Показатели живой массы курочек при этом выглядели следующим образом (табл. 4).

Таблица 4. Живая масса ремонтного молодняка ($\bar{x} \pm m$), г

Группа	В возрасте 30 дней	% к контрольной	В возрасте 60 дней	% к контрольной	В возрасте 110 дней	% к контрольной
1-я	273,6 ± 5,4	–	669,3 ± 13,4	–	1209,7 ± 21,2	–
2-я	271,4 ± 6,1	99,2	660,8 ± 11,6	98,7	1201,3 ± 21,3	99,3
3-я	289,2 ± 6,3	105,7	718,2 ± 12,9	107,3*	1279,4 ± 22,1	105,7*
4-я	281,1 ± 6,0	102,7	687,1 ± 13,5	102,6	1233,5 ± 25,7	101,9

* $P \leq 0,05$.

В суточном возрасте живая масса цыплят всех групп, сформированных по принципу аналогов, была 36–37 г. В дальнейшем интенсивность роста курочек дифференцировалась следующим образом: в 30-дневном возрасте цыплята 2-й опытной группы, в рацион которых включался гомосерин в равном по биологической активности норме метионина количестве, как и в предыдущем опыте, несущественно отставали в росте от цыплят контрольной группы – на 0,8 %. Наибольшей скоростью роста отличался молодняк 3-й группы, живая масса которого была выше, чем в контроле, на 15,6 г, или на 5,7 %, но эта разница была в пределах математической ошибки, т. е. не подтверждена статистической обработкой данных ($P \geq 0,05$). Цыплята 4-й группы по сравнению с цыплятами 3-й росли менее интенсивно и превосходили по живой массе контроль на 7,5 г, или на 2,7 %. В 60-дневном

возрасте преимущество в живой массе молодняка 3-й группы оказалось более существенным – на 48,9 г (107,3 %). В 4-й же группе живая масса молодняка была выше контроля на 17,8 г, или на 2,6 %, при статистически недостоверной разнице.

В конце выращивания сохранилась та же тенденция, т. е. по-прежнему цыплята 2-й группы отставали в росте от цыплят контрольной на 8,4 г, или на 0,7 %, цыплята 3-й группы доминировали над цыплятами контрольной на 69,7 г, или на 5,7 %, при статистически достоверной разнице ($P \leq 0,05$).

Молодняк 4-й опытной группы превосходил по живой массе контроль на 23,8 г, или на 1,9 %. Причем выявленное увеличение живой массы оказалось статистически недостоверным ($P \geq 0,05$).

Во время выращивания ремонтных молодок при ограниченном кормлении и достаточно высокой сохранности поголовья затраты кормов и среднесуточные приросты живой массы оказались следующими (табл. 5).

Таблица 5. Затраты кормов и среднесуточный прирост молодняка

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Начальное поголовье, гол.	100	100	100	100
Сохранность поголовья, %	96	95	97	96
Количество кормодней	10960	10958	10964	10962
Прирост живой массы, кг	112,6	110,7	120,5	114,9
Среднесуточный прирост, г	10,66	10,59	11,29	10,88
Израсходовано кормов, кг	559,0	559,0	559,0	559,0
В т. ч. на 1 кг прироста, кг	4,96	5,05	4,64	4,86

Судя по затратам кормов на прирост 1 кг живой массы за период опыта (см. табл. 5), при ограниченном кормлении наибольшей конверсией питательных веществ комбикорма отличались ремонтные курочки 3-й группы, в которой на каждый килограмм прироста использовалось на 6,5 % кормов меньше, чем в контроле.

Вывод. Оптимальной дозой гомосерина при использовании его в качестве препарата, замещающего метионин в комбикормах ремонтного молодняка кур, оказалось его количество, превышающее норму метионина на 0,1 п. п. (3-я опытная группа). Живая масса птицы в этой группе была достоверно выше относительно контроля на 5,7 % ($P \leq 0,05$), а затраты кормов на прирост 1 кг живой массы ниже на 6,5 %.

Морфологические и биохимические показатели крови

Поскольку кровь отличается относительным постоянством морфологических и физико-химических свойств, обеспечивающих гомеостаз организма, то возможные колебания структурного и биохимического состава отражают не только физиологическое состояние организма, но и его реакцию на экзогенное воздействие, в данном случае на различные дозы аминокислотной кормовой добавки.

Результаты проведенных нами исследований показали, что биорезонанс организма ремонтных молодок на различные дозы гомосерина в метаболических процессах эритро- и гемопоэза неоднозначен. Эти данные представлены в табл. 6.

Таблица 6. Некоторые гематологические показатели ($\bar{x} \pm m, n = 5$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
В возрасте 30 дней				
Эритроциты, $10^{12}/л$	$2,12 \pm 0,09$	$2,11 \pm 0,07$	$2,34 \pm 0,06^*$	$2,14 \pm 0,08$
Лейкоциты, $10^9/л$	$27,4 \pm 0,34$	$28,1 \pm 0,43$	$29,2 \pm 0,34^*$	$28,6 \pm 0,49$
Гемоглобин, г/л	$81,3 \pm 1,42$	$79,2 \pm 1,37$	$86,3 \pm 1,35^*$	$81,6 \pm 1,41$
В возрасте 60 дней				
Эритроциты, $10^{12}/л$	$2,42 \pm 0,11$	$2,43 \pm 0,12$	$2,73 \pm 0,11$	$2,50 \pm 0,09$
Лейкоциты, $10^9/л$	$27,8 \pm 0,42$	$28,3 \pm 0,58$	$29,9 \pm 0,53^*$	$27,7 \pm 0,55$
Гемоглобин, г/л	$84,3 \pm 1,55$	$83,7 \pm 1,13$	$86,5 \pm 1,61$	$84,9 \pm 1,47$
В возрасте 110 дней				
Эритроциты, $10^{12}/л$	$2,46 \pm 0,07$	$2,38 \pm 0,11$	$2,72 \pm 0,08^*$	$2,60 \pm 0,09$
Лейкоциты, $10^9/л$	$28,1 \pm 0,43$	$29,0 \pm 0,50$	$31,6 \pm 0,49^*$	$30,2 \pm 0,59^*$
Гемоглобин, г/л	$85,3 \pm 1,52$	$84,9 \pm 1,58$	$90,3 \pm 1,01^*$	$85,6 \pm 1,61$

* $P \leq 0,05$.

Анализ гемодинамики по периодам выращивания показал, что в 30-дневном возрасте в крови цыплят 3-й группы концентрация эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина была достоверно выше, чем в контроле, на 10,3; 6,5 и 6,1 % соответственно ($P \leq 0,05$). Молодняк 2-й группы по этим критериям незначительно (на 0,5–2,6 %) уступал птице контрольной группы. Различий по этим признакам между контрольной и 4-й опытной группами нами не установлено. То есть компенсация дефицита метионина в контрольной группе синтетическим препаратом аминокислоты и в 4-й группе гомосерином, превышающим норму метионина на 0,2 п. п., существенно не отразилась на интенсивности эритро- и гемопоэза.

В 60-дневном возрасте в крови цыплят 3-й группы установлено достоверное увеличение только лейкоцитов (на 7,5 %), концентрация эритроцитов и гемоглобина была существенной, но статистически недостоверной.

В конце выращивания в крови молодок 3-й группы содержание эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина превышало их наличие в крови птицы контрольной группы на 4,6; 8,5 и 5,8 % соответственно ($P \leq 0,05$).

В 2-й группе на всем протяжении выращивания отмечалась тенденция незначительного отставания в биосинтезе эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина, а в 4-й – несущественного и статистически недостоверного доминирования этих показателей, кроме лейкоцитов, массовая доля которых в сыворотке крови была достоверно выше на 7,4 %. Все это подтверждает преимущество дозы гомосерина в количестве, превышающем норму метионина на 0,1 п. п.

Важным физиологическим показателем состояния организма ремонтного молодняка служит белковый состав крови, который позволяет судить об иммунной защите организма (табл. 7).

Таблица 7. Протеинограмма ремонтного молодняка ($x \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
1	2	3	4	5
В возрасте 30 дней				
Общий белок, г/л	29,7 ± 1,02	28,3 ± 1,11	32,1 ± 1,10	30,3 ± 1,21
Альбумины, %	34,1 ± 1,05	33,4 ± 0,92	39,7 ± 1,01	35,4 ± 0,97
Глобулины, %: α	19,9 ± 0,61	19,5 ± 0,49	20,0 ± 0,72	19,8 ± 0,66
β	24,1 ± 0,73	25,8 ± 0,67	25,1 ± 0,73	23,5 ± 0,72
γ	21,9 ± 0,50	21,3 ± 0,44	24,2 ± 0,56	21,3 ± 0,47
Иммуноглобулины: IgG	12,1 ± 0,27	12,0 ± 0,19	13,9 ± 0,11	12,0 ± 0,28
IgA	7,4 ± 0,14	6,7 ± 0,13	8,1 ± 0,15	6,7 ± 0,21
IgM	2,4 ± 0,09	2,6 ± 0,09	2,2 ± 0,07	2,6 ± 0,10
В возрасте 60 дней				
Общий белок, г/л	34,6 ± 1,10	34,8 ± 1,22	38,7 ± 1,11*	35,0 ± 1,12
Альбумины, %	40,2 ± 1,12	39,6 ± 1,16	42,8 ± 1,13	39,8 ± 1,07
Глобулины, %: α	23,5 ± 0,67	23,9 ± 0,64	20,6 ± 0,55	22,9 ± 0,57
β	21,6 ± 0,54	21,7 ± 0,49	21,3 ± 0,39	22,7 ± 0,41
γ	14,7 ± 0,33	14,8 ± 0,28	15,3 ± 0,36	14,6 ± 0,32
Иммуноглобулины: IgG	8,2 ± 0,10	7,9 ± 0,13	8,7 ± 0,12*	8,6 ± 0,10*
IgA	4,5 ± 0,11	4,8 ± 0,09	4,5 ± 0,07	4,5 ± 0,13
IgM	2,0 ± 0,09	2,1 ± 0,07	2,1 ± 0,05	2,0 ± 0,10

1	2	3	4	5
В возрасте 110 дней				
Общий белок, г/л	42,1 ± 1,12	41,9 ± 1,08	46,3 ± 1,12*	43,1 ± 1,10
Альбумины, %	44,6 ± 1,35	43,3 ± 1,27	45,7 ± 1,34	44,0 ± 1,23
Глобулины, %: α	20,2 ± 0,56	21,2 ± 0,59	21,3 ± 0,57	20,6 ± 0,47
β	17,0 ± 0,47	17,4 ± 0,38	13,5 ± 0,36	17,1 ± 0,42
γ	18,2 ± 0,32	18,1 ± 0,44	19,5 ± 0,38	18,3 ± 0,45
Иммуноглобулины: IgG	11,4 ± 0,18	11,3 ± 0,21	12,5 ± 0,17*	11,5 ± 0,19
IgA	5,6 ± 0,13	5,6 ± 0,12	5,9 ± 0,14	5,6 ± 0,11
IgM	1,2 ± 0,09	1,2 ± 0,09	1,1 ± 0,07	1,2 ± 0,08

* $P \leq 0,05$.

Функциональную неравнозначность белкового состава крови ремонтного молодняка контрольной и опытных групп можно характеризовать по спектру белковых фракций в сыворотке крови. Так, в наших исследованиях через 30 дней после начала опыта была установлена тенденция значительного повышения концентрации общего белка (на 2,0–8,0 %) и альбуминов (на 3,8–16,4 %) у цыплят в 3-й и 4-й группах, в комбикорм которым включалось более высокое по отношению к норме (на 0,1 и 0,2 п. п.) количество гомосерина. В 2-й группе молодняка, в комбикорм которого вводили количество гомосерина, равное по биологической активности метионину, наблюдалось незначительное снижение интенсивности белкового обмена. Но ни в первом, ни во втором случае межгрупповые различия не были подтверждены биометрической обработкой данных.

Через два месяца с начала опыта нами выявлено достоверное увеличение в сыворотке крови молодняка 3-й группы общего белка (на 11,8 %) и иммуноглобулинов класса IgG (на 6,0 %). Эта группа глобулярных белков самая многочисленная, она защищает легочные и желудочно-кишечные пути от инфекции (главные ворота проникновения антигенов), а также играет определенную роль в аллергических реакциях организма.

В конце выращивания, в 110-дневном возрасте, окончательно закрепились проявившаяся ранее тенденция доминирования протеинсинтетических реакций в организме ремонтного молодняка 3-й группы: концентрация общего белка в сыворотке крови была выше, чем в контроле, на 9,9 % и иммуноглобулина класса IgG – на 9,6 % ($P \leq 0,05$). Эти данные дают основание утверждать, что выбран правильный вектор поиска оптимальной нормы гомосерина в рационах ремонтного молодняка.

Не менее важным физиологическим показателем состояния организма птицы является содержание липидов и их основных классов в сыворотке крови, не только как источников энергии, но и как поставщиков ненасыщенных жирных кислот, отдельных витаминов и антиоксидантов. Результаты наших исследований представлены в табл. 8.

Таблица 8. Содержание липидов в сыворотке крови, ммоль/л

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
В возрасте 30 дней				
Общие липиды	9,12 ± 0,14	9,10 ± 0,12	9,67 ± 0,16*	9,16 ± 0,20
Фосфолипиды	4,37 ± 0,15	4,35 ± 0,16	4,92 ± 0,15*	4,51 ± 0,19
Триглицериды	0,56 ± 0,05	0,55 ± 0,03	0,61 ± 0,04	0,59 ± 0,02
НЭЖК	0,18 ± 0,003	0,16 ± 0,002	0,20 ± 0,003	0,19 ± 0,003
Холестерин	2,59 ± 0,12	2,73 ± 0,10	2,41 ± 0,15	2,50 ± 0,12
В возрасте 60 дней				
Общие липиды	8,44 ± 0,16	8,21 ± 0,18	9,17 ± 0,19	8,41 ± 0,25
Фосфолипиды	5,34 ± 0,18	5,31 ± 0,25	6,34 ± 0,20*	5,21 ± 0,19
Триглицериды	0,36 ± 0,05	0,35 ± 0,02	0,31 ± 0,05	0,30 ± 0,02
НЭЖК	0,12 ± 0,002	0,13 ± 0,003	0,14 ± 0,003	0,13 ± 0,002
Холестерин	2,31 ± 0,12	2,25 ± 0,10	2,00 ± 0,10	2,39 ± 0,13
В возрасте 110 дней				
Общие липиды	8,92 ± 0,17	8,84 ± 0,19	9,57 ± 0,18*	9,06 ± 0,20
Фосфолипиды	5,12 ± 0,18	5,07 ± 0,18	5,92 ± 0,19*	5,21 ± 0,19
Триглицериды	0,35 ± 0,05	0,36 ± 0,06	0,36 ± 0,04	0,37 ± 0,03
НЭЖК	0,16 ± 0,003	0,15 ± 0,002	0,16 ± 0,003	0,16 ± 0,003
Холестерин	2,41 ± 0,11	2,44 ± 0,12	2,30 ± 0,11	2,42 ± 0,13

* $P \leq 0,05$.

Анализ показателей липидного состава сыворотки крови свидетельствует о том, что через 30 дней с начала научно-хозяйственного опыта различные дозы гомосерина в неодинаковой степени эффективности оказали влияние на жировой обмен в организме птицы. Так, самым интенсивным он был в 3-й группе молодняка, в которой количество общих липидов в сыворотке крови цыплят возросло на 8,1 %, и фосфолипидов – на 12,5 % по сравнению с контролем ($P \leq 0,05$). Это возможно по двум причинам: активизация эндогенных липолитических ферментов или повышение общего биоресурсного потенциала за счет иммунологических факторов. Некоторые вопросы этой проблемы анализируем ниже.

В 60-дневном возрасте общее количество липидов и их основных классов в сыворотке крови снизилось, поскольку в этом возрасте нормами кормления предусмотрено уменьшение в рационе доли сырого жира, а следовательно, и всей энергетической части комбикорма. Тем не менее в перестройке активности структурных компонентов липидов обмен фосфолипидов в сыворотке крови цыплят 3-й группы оказался более интенсивным и статистически достоверным ($P \leq 0,05$). Эти жировые субстанции содержат в своем составе до 50 % лецитина, который является антиподом холестерина. То есть фосфолипиды растворяют холестерин, поддерживают пластичность клеточных мембран и регенерацию тканей. Одна молекула фосфолипидов связывает три молекулы холестерина и выводит из организма. Свидетельством тому являются результаты наших исследований: на всех этапах выращивания с повышением концентрации фосфолипидов в сыворотке крови уровень холестерина снижается (см. табл. 8).

В конце выращивания в сыворотке крови молодняка 3-й группы концентрация общих липидов по отношению к контролю возросла на 9,1 % и фосфолипидов – на 18,7 % ($P \leq 0,05$). В 2-й и 4-й группах показатели липидного метаболизма варьировали незначительно, а границы их колебаний не выходили за рамки физиологической нормы, различия с контролем не подтверждены результатами статистической обработки. Следовательно, и по показателям липидного обмена в организме молодняка наиболее эффективным вариантом использования гомосерина оказалась модель 3-й группы.

На фоне изученных нами показателей белкового и жирового обмена большой интерес представляют показатели минерального обмена и уровня резервной щелочности в сыворотке крови. Это важно потому, что базовым механизмом здоровья высокоорганизованных животных является кислотно-щелочное состояние крови, определяющее оптимальный вариант обменных процессов и физиологических функций, обеспечивающих гомеостаз организма. В случае десинхронизации кислотно-щелочного равновесия нарушаются физиологические функции и истощаются защитные силы организма. Известно, что высокая кислотность разрушает наиважнейшие системы организма, и он становится беззащитным перед болезнями. И, напротив, в слабощелочной среде не развиваются паразиты, вирусы, бактерии и грибки. Поэтому необходимо изучить обмен биогенных макроэлементов кальция и фосфора, значение которых в организме весьма многообразно, но прежде всего важно в формировании резервной щелочности. Ионы

кальция повышают фагоцитарную активность лейкоцитов и активизируют защитную функцию организма. Фосфор регулирует проницаемость клеточных мембран и активизирует процессы образования основных макроэнергетических фосфорных соединений. Результаты наших исследований по изучению минерального состава и резервной щелочности сыворотки крови представлены в табл. 9.

Таблица 9. Показатели минерального состава и резервной щелочности сыворотки крови ремонтного молодняка ($x \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
В возрасте 30 дней				
Кальций, ммоль/л	2,87 ± 0,12	2,85 ± 0,11	3,21 ± 0,14	2,90 ± 0,16
Фосфор, ммоль/л	1,64 ± 0,09	1,65 ± 0,09	1,85 ± 0,12	1,71 ± 0,10
Резервная щелочность, об. % CO ₂	36,1 ± 0,37	36,0 ± 0,29	39,2 ± 0,43**	37,2 ± 0,41
Щелочной фосфат, мккат/л	1,04 ± 0,002	1,03 ± 0,002	1,05 ± 0,003	1,04 ± 0,002
pH	7,30 ± 0,01	7,31 ± 0,02	7,32 ± 0,02	7,31 ± 0,02
В возрасте 60 дней				
Кальций, ммоль/л	2,92 ± 0,21	2,90 ± 0,19	3,25 ± 0,24*	2,96 ± 0,22
Фосфор, ммоль/л	1,68 ± 0,10	1,70 ± 0,10	2,08 ± 0,12*	1,72 ± 0,11
Резервная щелочность, об. % CO ₂	37,8 ± 0,42	37,7 ± 0,43	41,4 ± 0,45**	39,0 ± 0,44
Щелочной фосфат, мккат/л	1,05 ± 0,003	1,05 ± 0,003	1,06 ± 0,004	1,06 ± 0,004
pH	7,34 ± 0,02	7,33 ± 0,02	7,41 ± 0,03	7,37 ± 0,02
В возрасте 110 дней				
Кальций, ммоль/л	3,14 ± 0,20	3,15 ± 0,21	4,10 ± 0,26*	3,61 ± 0,22
Фосфор, ммоль/л	1,82 ± 0,12	1,83 ± 0,14	2,29 ± 0,13*	1,90 ± 0,14
Резервная щелочность, об. % CO ₂	39,3 ± 0,45	39,1 ± 0,43	42,7 ± 0,50**	40,2 ± 0,46
Щелочной фосфат, мккат/л	1,09 ± 0,004	1,10 ± 0,004	1,12 ± 0,005*	1,11 ± 0,004*
pH	7,36 ± 0,02	7,37 ± 0,02	7,44 ± 0,03	7,39 ± 0,02

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$.

С учетом данных минерального состава и резервной щелочности сыворотки крови подопытного молодняка (см. табл. 9), преимущество этих показателей в организме цыплят 3-й группы перед контрольными и двумя другими опытными группами не вызывает сомнений. В 30-дневном возрасте концентрация кальция была достоверно выше, чем в контроле, на 11,8 % ($P \leq 0,05$), резервной щелочности – на 8,6 %

($P \leq 0,01$), неорганического фосфора – на 12,8 %, хотя эта разница была статистически недостоверной ($P \leq 0,05$).

В 60-дневном возрасте по содержанию всех трех изучаемых метаболитов в сыворотке крови молодой 3-й группы превосходил контроль при статистически достоверной разнице на 9,5–28,4 %.

В 110-дневном возрасте подтвердилась закономерность предыдущего этапа выращивания, причем высокодостоверное увеличение резервной щелочности шло параллельно со снижением кислотности с $7,36 \pm 0,02$ в контрольной группе до $7,44 \pm 0,03$ в 3-й группе и достоверным повышением активности гидролитического фермента щелочной фосфатазы на 0,3 мккат/л. Резервная щелочность является показателем функциональных возможностей буферной системы крови, которая представлена в организме комплексом физиологических механизмов, обеспечивающих заданные параметры кислотно-щелочного соотношения. В этом комплексе кроме солей угольной кислоты, анионов и катионов других химических соединений важную роль в увеличении емкости буферной системы играет уровень гемоглобина в крови, который в наших исследованиях с достоверной разницей превышал показатели контроля (см. табл. 6).

Наиболее значимыми и доступными для изучения критериями, отражающими способность организма противостоять антигенам, являются клеточные и гуморальные факторы защиты. Мы в своих исследованиях изучали механизмы иммунной защиты организма посредством исследования клеточных и гуморальных факторов (табл. 10).

Таблица 10. Клеточные и гуморальные факторы защиты организма

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
В возрасте 30 дней				
Фагоцитарная активность, %	$51,2 \pm 1,03$	$50,7 \pm 1,18$	$53,4 \pm 1,16^*$	$52,3 \pm 1,12$
Лизоцимная активность, %	$16,1 \pm 0,96$	$17,3 \pm 0,89$	$19,8 \pm 1,01^*$	$18,0 \pm 1,02$
Бактерицидная активность, %	$43,2 \pm 1,14$	$43,6 \pm 1,12$	$46,9 \pm 1,27$	$44,4 \pm 1,23$
В возрасте 60 дней				
Фагоцитарная активность, %	$52,0 \pm 1,14$	$54,1 \pm 0,98$	$56,2 \pm 1,17^*$	$55,1 \pm 1,14$
Лизоцимная активность, %	$19,5 \pm 1,01$	$20,6 \pm 1,00$	$3,4 \pm 1,11^*$	$22,3 \pm 1,15$
Бактерицидная активность, %	$45,7 \pm 1,12$	$44,9 \pm 1,24$	$50,3 \pm 1,33^*$	$47,1 \pm 1,30$
В возрасте 110 дней				
Фагоцитарная активность, %	$54,7 \pm 1,17$	$56,3 \pm 1,43$	$60,2 \pm 1,54^*$	$59,5 \pm 1,40^*$
Лизоцимная активность, %	$23,6 \pm 1,13$	$23,9 \pm 1,09$	$27,8 \pm 1,19^*$	$25,4 \pm 1,17$
Бактерицидная активность, %	$50,1 \pm 1,12$	$51,0 \pm 1,02$	$54,3 \pm 1,14^*$	$52,0 \pm 0,98$

* $P \leq 0,05$.

Из анализа данных табл. 10 следует, что во все периоды выращивания ремонтных молодок интенсивность иммуногенеза, выраженная в показателях фагоцитарной, лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови, в организме цыплят 3-й группы была достоверно выше, чем в контроле. Показатели активности клеточных и гуморальных факторов защиты организма цыплят 2-й группы несущественно уступали контролю, а 4-й группы незначительно (за исключением фагоцитарной активности) превалировали над показателями цыплят как контрольной, так и 2-й опытной группы. Таким образом, более высокая и статистически достоверная активность изученных клеточных и гуморальных факторов защиты организма установлена только в группе ремонтного молодняка 3-й группы.

В связи с этим большой интерес представляет изучение развития центральных органов иммунной системы ремонтного молодняка. Как известно, лимфоидные органы птиц по степени функциональной активности и значимости в развитии иммунного ответа подразделяются на первичные, или центральные, и вторичные, или периферические. К центральным органам иммунитета птицы относят: эмбриональный желточный мешок, костный мозг, тимус и фабрициеву сумку. К периферическим лимфоидным органам птицы относят: селезенку, лимфоидные узлы слепых отростков, гардерову железу, скопления лимфоидных элементов гортани, глотки, бронхов, кишечника и других органов (рис. 1).

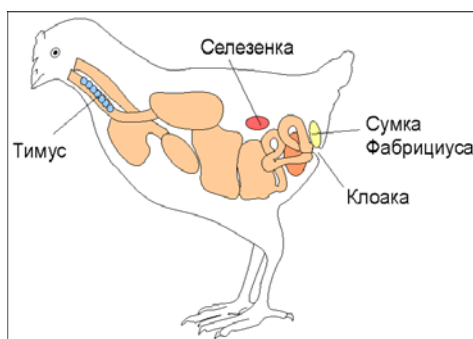


Рис. 1. Топография органов иммунной системы птицы

Тимус у птиц начинает функционировать на 10-е сутки эмбрионального развития. В нем образуются Т-лимфоциты, которые, посту-

пая в селезенку и другие лимфотические образования, приобретают способность стимулировать В-лимфоциты, продуцирующие специфические антитела (IgM, IgG, IgA) против антигена.

Фабрициева сумка, как лимфоидный орган у птиц, интенсивно развивается в первые недели жизни, а при наступлении яйцекладки, когда значительно повышается содержание половых гормонов, постепенно редуцируется.

Полученные нами данные массометрических показателей центральных органов иммунной системы свидетельствуют о том, что индекс тимуса цыплят 3-й группы превышал контроль на 13,0 % и фабрициевой сумки – на 11,1 %, но разница не была статистически достоверной.

Тем не менее более интенсивный обмен веществ у цыплят опытных групп, подтвержденный приведенными выше показателями морфологических и биохимических критериев жизнеобеспечения, предполагает накопление в организме большого количества продуктов окисления органических субстратов, в первую очередь жиров, а затем белков и углеводов. В ходе реакций биологического окисления образуются свободные радикалы кислорода. Причем процессы перекисного окисления постоянно происходят в организме и имеют важное значение для обновления клеточных мембран, клеточного деления, синтеза биологически активных веществ. В нормальном количестве они необходимы организму. При превышении определенного порога допустимых концентраций окислителей в организме индуцируется ответная реакция антиоксидантной защиты.

Первичная антиоксидантная защита в организме – это ферменты, а вторичная – витамины. Среди ферментов мощным антиоксидантом является супероксиддисмутаза, которая обезвреживает активный кислород, превращая его в нормальный.

В быту окислительные процессы приводят к порче ценных пищевых продуктов: прогоркание жиров, разрушение витаминов. Для увеличения стойкости пищевых продуктов используют природные и химические антиоксиданты. В ряду природных блокираторов окислительных процессов находятся витамины А, Е, С, β-каротин и др.

В своих опытах мы преследовали цель выяснения возможного участия гомосерина в активизации ферментативного звена антиоксидантной системы. Результаты исследований представлены в табл. 11.

Этот метод тестирования защитных сил организма по активности прооксидантной и антиоксидантной регуляции гомеостаза показал, что

гомосерин наряду со стимуляцией развития центральных органов иммуногенеза, клеточных и гуморальных факторов защиты организма индуцирует экспрессию генов антиоксидантных энзимов. Причем проявление активности антиоксидантных ферментов зависит от дозы вводимого в комбикорм препарата.

Таблица 11. Ферментативные звенья защиты организма ($\bar{x} \pm m$)

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Антиоксиданты				
Супероксиддисмутазы, ед. ак./мл	19,1 ± 1,2	19,0 ± 1,1	22,3 ± 1,4	20,7 ± 1,2
Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ /л	20,0 ± 1,2	20,1 ± 1,2	21,9 ± 1,3	21,6 ± 1,3
Пероксидаза, мкмоль/мл	4,3 ± 0,5	4,1 ± 0,4	4,9 ± 0,8	4,5 ± 0,6
Прооксиданты				
Диеновые конъюгаты, ед. оп. пл./мл	0,23 ± 0,02	0,23 ± 0,03	0,20 ± 0,02	0,22 ± 0,03
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	1,5 ± 0,34	1,4 ± 0,28	1,3 ± 0,17	1,4 ± 0,25
Кетодиены, ед. оп. пл./мл	1,13 ± 0,16	1,12 ± 0,15	1,01 ± 0,09	1,11 ± 0,13

В наших исследованиях гомосерин стимулировал активность антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы – на 8,3–16,7 % по отношению к контролю, каталазы – на 8,0–9,5 % и пероксидазы – на 4,6–13,9 % при одновременном ингибировании свободнорадикального окисления посредством снижения диеновых конъюгатов на 4,4–13,1 %, малонового диальдегида на 6,7–13,3 % и кетодиенов на 8,9–10,7 %.

Экономическая эффективность производства

Для расчета экономических показателей использования гомосерина в комбикормах ремонтного молодняка кур руководствовались фактическими затратами, связанными с кормлением и содержанием птицы, стоимостью препаратов и стоимостью реализованной продукции (табл. 12).

Таблица 12. Экономическая эффективность выращивания молодняка

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
1	2	3	4	5
Поголовье на начало опыта, гол.	100	100	100	100
Сохранность, %	96	95	97	96
Количество кормодней	10960	10958	10964	10962
Получено прироста живой массы, кг	112,6	110,7	120,5	114,9

1	2	3	4	5
Израсходовано комбикормов, кг	559,0	559,0	559,0	559,0
Стоимость комбикормов, у. е.	78,3	78,3	78,3	78,3
Стоимость препаратов, у. е.	3,07	2,98	3,96	5,94
Всего прямых и косвенных затрат, у. е.	81,37	80,28	82,26	84,24
Отбраковано молодняка, %	22	21	20	20
Выбраковано всего, гол.	21	20	19	19
Деловой выход молодняка, %	78,1	78,9	81,4	80,2
Продано молодняка, гол/кг	75/88,0	75/87,3	78/96,9	77/92,1
Выручка от реализации, у. е.	105,6	104,7	116,3	110,5
Получено прибыли, у. е.	24,23	23,42	34,04	26,26

При выращивании ремонтного молодняка на полнорационных сбалансированных по широкому комплексу питательных и биологически активных веществ комбикормах компенсация недостающего до нормы метионина любым из примененных в данном опыте вариантов экономически эффективна. Однако включение гомосерина в дозе, превышающей норму метионина на 0,1 п. п., обеспечивает получение дополнительной прибыли в расчете на 1 тыс. выращиваемого молодняка в размере 98,1 у. е.

Выводы. 1. Оптимальной дозой гомосерина при использовании его в качестве препарата, замещающего метионин + цистин в комбикормах ремонтного молодняка, оказалось его количество, превышающее норму метионина на 0,1 п. п. Живая масса птицы в этой группе была достоверно выше относительно контрольной на 5,7 % ($P \leq 0,05$), а затраты кормов на прирост 1 кг живой массы ниже на 5,3 %.

2. Такое преимущество птиц данной группы достигнуто за счет активизации эритро- и гемопоза, повышения концентрации общего белка в сыворотке крови на 9,9 % и иммуноглобулинов IgG на 6,0 %, резервной щелочности на 8,6 %, усиления иммунной защиты организма посредством клеточных и гуморальных факторов, развития центральных органов иммунной системы (повышение индекса тимуса на 13,0 и фабрициевой сумки на 11,1 %), активизации ферментов антиоксидантной системы на 9,5–16,7 %.

3. Данный вариант импортозамещения метионина экономически целесообразен, поскольку дополнительная прибыль в расчете на 1000 голов выращиваемого молодняка составляет 98,1 у. е.

3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ МЕТИОНИНА В РАЦИОНАХ КУР-НЕСУШЕК L-ГОМОСЕРИНОМ

Научно-хозяйственный опыт по установлению зоотехнической и биологической эффективности импортозамещения синтетической аминокислоты метионина отечественной аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин проводили на курах-несушках кросса «Беларусь коричневый» в возрасте 22–74 недели. Содержали птицу в трехъярусных клеточных батареях БКН-3 по 5 голов в клетке в одинаковых абиотических условиях. По принципу пар-аналогов было сформировано три группы несушек по 100 голов в каждой. Особенности кормления заключались в следующем: куры-несушки контрольной группы получали основной рацион (ОР), в котором дефицит метионина (0,2 %) компенсировали синтетическим препаратом этой аминокислоты, в комбикорм 2-й группы вводили равное по биологической активности количество гомосерина, а в комбикормах 3-й группы количество гомосерина превышало норму метионина на 0,1 п. п. Кормление кур-несушек осуществляли сухими полнорационными комбикормами, сбалансированными по широкому комплексу питательных и биологически активных веществ. Использовали комбикорма для кур-несушек в возрасте 17–40 недель рецепта ПК-1-14 и 40–60 недель рецепта ПК-1-15 в соответствии с руководством «Классификация сырья и продукции комбикормовой промышленности Беларуси» (2010 г.) (табл. 13).

Таблица 13. Рецепты комбикормов для кур-несушек

Ингредиенты, %	ПК-1-14		ПК-1-15	
	Факт.	Норма	Факт.	Норма
1	2	3	4	5
Кукуруза	40,0	–	35,0	–
Пшеница	13,0	–	18,0	–
Ячмень	12,5	–	13,6	–
Шрот подсолнечниковый	11,4	–	7,0	–
Дрожжи кормовые	4,5	–	3,5	–
Мясо-костная мука	8,0	–	7,4	–
Травяная мука	3,0	–	4,0	–
Обесфторенный фосфат	1,9	–	6,3	–
Мел	4,5	–	4,0	–
Соль поваренная	0,2	–	0,2	–
Премикс П-1	1,0	–	1,0	–
Итого...	100	–	100	–

1	2	3	4	5
В 100 г комбикорма содержится				
Обменная энергия, кДж	1170	1172	1160	1163
Сырой протеин, г	17,4	17,5	16,5	16,5
Сырой жир, г	2,8	2,6	2,7	2,7
Сырая клетчатка, г	5,1	5,0	5,6	5,5
Са, г	3,3	3,4	3,6	3,7
Р, г	0,8	0,7	0,7	0,6
Соль, г	0,4	0,4	0,4	0,4
Лизин	0,81	0,80	0,76	0,77
Метионин + цистин	0,51*	0,71	0,48*	0,68
Триптофан	0,19	0,18	0,16	0,17
Треонин	0,44	0,45	0,33	0,43
На 1 т комбикорма добавлено				
Витамины: А, млн. МЕ	7		7	
Д ₃ , млн. МЕ	1		1	
К ₃ , г	1		1	
В ₂ , г	3		3	
В ₃ , г	20		20	
В ₄ , г	1000		1000	
РР, г	20		20	
В ₆ , г	2		2	
В ₁₂ , мг	25		25	
С, г	50		50	
Микроэлементы: марганец, г	50		50	
цинк, г	50		50	
железо, г	25		25	
медь, г	2,5		2,5	
йод, г	1,0		1,0	
кобальт, г	2,5		2,5	

* Дефицит метионина + цистин.

Научно-хозяйственный опыт проводили по схеме, представленной в табл. 14.

Таблица 14. Схема опыта

Группа	Количество голов	Особенности кормления
1-я контрольная	100	ОР* + 0,2 % метионина
2-я опытная	100	ОР + 0,2 % L-гомосерина
3-я опытная	100	ОР + 0,3 % L-гомосерина

* ОР – основной рацион.

Результаты исследований

В начале опыта в 22-недельном возрасте живая масса несушек была практически одинаковой (табл. 15). В конце эксперимента коэффициент изменчивости по живой массе значительно возрос.

Таблица 15. Динамика живой массы кур-несушек ($x \pm m$)

Группа	Живая масса, г		
	в начале опыта	в конце опыта	% к контролю
1-я	1512,6 ± 9,7	1840,2 ± 25,4	100,0
2-я	1510,8 ± 11,3	1833,1 ± 29,7	99,6
3-я	1513,0 ± 12,2	1868,4 ± 32,1*	101,5

* $P \geq 0,05$.

Как показывают данные табл. 15, при постановке на опыт отобранные в 22-недельном возрасте молодки имели практически одинаковую живую массу. Однако к концу биологического цикла яйцекладки в 74-недельном возрасте живая масса кур-несушек контрольной группы возросла на 227,6 г, 2-й группы – на 222,3 г и 3-й – на 255,4 г, но межгрупповая разница в живой массе была статистически недостоверна ($P \geq 0,05$). За время опыта яйценоскость на среднюю несушку в контрольной группе составила 285, в 2-й – 283 и в 3-й группе – 294 шт. яиц. При этом средняя масса снесенных яиц по группам соответственно была 58,2; 58,0 и 59,1 г, а с возрастом она увеличивалась с 49 до 62 г.

Такая взаимосвязь живой массы птиц с массой снесенных ими яиц закономерна и имеет математическое обоснование условием аллометрической экспоненты, равной 0,67 единиц. То есть при живой массе самок птиц вида А вдвое больше, чем масса самок вида В, масса яиц, снесенных самками группы А, будет больше в 1,59 раза. Причем в нашем опыте рост куры-несушки прекратили в 52-недельном возрасте, а масса яиц продолжала незначительно повышаться. Естественно и выход яичной массы в расчете на 1 несушку был различным: в 1-й группе – 16,58 кг, в 2-й – 16,41 и в 3-й группе – 17,37 кг, или выше, чем в контрольной группе на 0,79 кг (104,7 %). При этом на каждый килограмм яичной массы затрачивалось комбикормов по группам соответственно 2,54; 2,58 и 2,40 кг, а на 10 яиц – 1,48; 1,50 и 1,42 кг. Такая реальность одновременного существования, казалось бы, противоположных явлений, таких как повышенная продуктивность и пониженные затраты кормов на ее производство, должна быть материально

подтверждена раскрытием закономерностей обмена веществ. То есть необходимо найти причинно-следственную связь этого явления. В алгоритме решения этой сложной задачи необходимо, во-первых, определить переваримость питательных веществ корма и, во-вторых, протестировать наиболее важные звенья в цепи физиологического и биохимического потенциала организма, включающего: состояние белкового и липидного обмена, кислотно-щелочного равновесия, клеточных и гуморальных факторов защиты организма, развитие иммунокомпетентных органов, активности ферментной антиоксидантной системы, которые вместе под нейрогуморальным управлением обеспечивают соответственный уровень метаболических процессов.

Для определения переваримости питательных веществ использовали комбикорм второй фазы кормления (см. табл. 13). Данные о переваримости питательных веществ показывают резервы снижения затрат кормов на единицу продукции (табл. 16).

Таблица 16. Переваримость питательных веществ рациона, %

Группа	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Зола
1-я	72,43 ± 1,92	72,14 ± 1,86	56,14 ± 1,43	12,35 ± 0,64	82,31 ± 1,94	32,11 ± 1,4
2-я	71,84 ± 1,74	71,98 ± 1,62	55,72 ± 1,32	11,57 ± 0,55	81,14 ± 1,82	31,47 ± 1,3
3-я	74,15 ± 1,93	75,18 ± 1,99	58,89 ± 1,63	13,16 ± 0,78	84,57 ± 1,99	37,15 ± 1,6

Таким образом, наши исследования показывают, что самые высокие коэффициенты переваримости сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, БЭВ и золы были в 3-й группе, в которой все показатели предыдущих исследований имели преимущество. Вместе с тем известно, что в сложных процессах обмена веществ, происходящих между организмом и внешней средой, определяющую роль играет обмен белков. Синтез же белков прямо пропорционален ретенции азота. Данные о среднесуточном (в процессе физиологического опыта) потреблении комбикорма, азота и их утилизации представлены в табл. 17.

Таблица 17. Среднесуточный обмен азота

Показатели	Группа		
	1-я	2-я	3-я
1	2	3	4
Потреблено комбикорма, г	122,5	121,8	122,4
Принято азота, г	3,23	3,21	3,23
Выделено с пометом, г	1,99	1,98	1,88

1	2	3	4
В т. ч.: с калом, г	0,90	0,90	0,80
с мочой, г	1,09	1,08	1,08
Переварено, г	2,33	2,31	2,43
Баланс азота, г	+1,24	+1,23	+1,35
В % к контролю	100,0	99,2	108,8

Депонирование в организме азота было самым существенным у кур-несушек в 3-й группе и превышало его отложение в теле контрольной птицы на 8,8 %. Поскольку азот является структурным каркасом в каждой белковой молекуле, то становится понятным значение резерва пластического материала для образования белка в яйце и мясе птицы. Кроме того, белки лежат в основе ферментов, антител, гормонов и других биологически активных веществ. Большое разнообразие и количество белков находится в крови.

Выводы. Включение в рацион кур-несушек гомосерина в количестве, превышающем норму метионина на 0,1 п. п., способствует повышению яйценоскости на среднюю несушку на 3,1 %, выхода яичной массы на 4,7 %, снижению затрат кормов на 10 яиц на 4,1 %, повышению переваримости питательных веществ корма на 0,8–2,9 % и депонирования азота, главного структурного элемента в белковой молекуле, на 8,8 %.

Гематологические исследования

Естественно, что проявившаяся активизация биосинтетических процессов в организме несушек через повышение интенсивности яйценоскости и возрастание коэффициента полезного действия кормов связана с соответствующей координацией метаболических процессов посредством сложной нейрогуморальной системы, в которой важное место принадлежит самой лабильной и многофункциональной ткани организма – крови. Исследование некоторых гематологических показателей мы проводили в начале и в конце биологического цикла яйцекладки.

Гематологические показатели кур-несушек представлены в табл. 18.

Таблица 18. Гематологические показатели кур-несушек ($x \pm m$)

Показатели	Группа		
	1-я	2-я	3-я
В начале опыта			
Эритроциты, $10^{12}/л$	$2,37 \pm 0,06$	$2,33 \pm 0,05$	$2,35 \pm 0,06$
Лейкоциты, $10^9/л$	$22,3 \pm 0,72$	$23,6 \pm 0,49$	$26,0 \pm 0,58$
Гемоглобин, г/л	$95,6 \pm 2,14$	$97,3 \pm 2,01$	$96,4 \pm 2,07$
В конце опыта			
Эритроциты, $10^{12}/л$	$2,54 \pm 0,08$	$2,48 \pm 0,08$	$2,89 \pm 0,11^*$
Лейкоциты, $10^9/л$	$33,2 \pm 0,95$	$32,7 \pm 0,65$	$36,8 \pm 1,12^*$
Гемоглобин, г/л	$108,1 \pm 2,22$	$114,2 \pm 2,31$	$116,5 \pm 2,34^*$

* $P \leq 0,05$.

Результаты наших исследований показывают, что количество форменных элементов в крови кур-несушек достоверно повышается в конце биологического цикла яйцекладки в 3-й группе: эритроцитов – на 13,7 %, лейкоцитов – на 10,8 % и гемоглобина – на 7,8 %. Судя по количеству эритроцитов и гемоглобина, кислородная емкость крови кур-несушек этой группы была выше, что связано с более интенсивным обменом веществ у этой птицы. Тем не менее белковый состав сыворотки крови является более важным критерием биоресурсного потенциала и физиологического состояния обмена веществ в организме. В своих исследованиях мы изучали концентрацию общего белка и его фракций (табл. 19).

Таблица 19. Содержание белка и его фракций в сыворотке крови ($x \pm m$)

Показатели	Группа		
	1-я	2-я	3-я
1	2	3	4
В начале опыта			
Общий белок, г/л	$41,5 \pm 2,63$	$41,7 \pm 2,73$	$42,1 \pm 2,83$
Альбумины, %	$48,5 \pm 1,76$	$49,1 \pm 1,59$	$48,8 \pm 1,64$
Глобулины, %: α	$22,3 \pm 1,14$	$23,7 \pm 1,28$	$23,5 \pm 1,19$
β	$19,8 \pm 0,89$	$18,7 \pm 0,90$	$19,6 \pm 0,87$
γ	$9,4 \pm 0,66$	$8,5 \pm 0,53$	$8,1 \pm 0,59$
Иммуноглобулины: IgG	$5,1 \pm 0,08$	$4,9 \pm 0,07$	$4,0 \pm 0,08$
IgA	$3,2 \pm 0,07$	$2,8 \pm 0,06$	$3,1 \pm 0,07$
IgM	$1,1 \pm 0,04$	$0,8 \pm 0,02$	$1,0 \pm 0,03$
В конце опыта			
Общий белок, г/л	$30,7 \pm 1,13$	$30,0 \pm 1,13$	$34,9 \pm 1,15^*$
Альбумины, %	$50,1 \pm 2,02$	$51,4 \pm 2,04$	$52,6 \pm 2,14$
Глобулины, %: α	$20,4 \pm 0,76$	$19,5 \pm 0,72$	$20,7 \pm 0,98$
β	$18,3 \pm 0,53$	$17,9 \pm 0,48$	$13,8 \pm 0,46$

1	2	3	4
γ	11,2 ± 0,44	11,2 ± 0,43	12,9 ± 0,52*
Иммуноглобулины: IgG	5,5 ± 0,08	5,4 ± 0,08	6,6 ± 0,09**
IgA	3,4 ± 0,06	3,6 ± 0,06	3,7 ± 0,05*
IgM	2,3 ± 0,05	2,2 ± 0,04	2,3 ± 0,05

* P ≤ 0,05; ** P ≤ 0,01.

Анализ приведенных в табл. 19 данных о фактическом содержании общего белка и его фракций в сыворотке крови показал, что в начале опыта во всех группах они соответствуют оптимальным величинам для данного возраста и физиологического состояния птицы, не имеют статистически достоверных различий и могут служить свидетельством нормального течения биосинтетических процессов в организме. В это время в рационе имеется повышенное содержание протеина, отмечается высокая интенсивность яйцекладки и, естественно, более высокая концентрация общего белка в сыворотке крови (41–42 г/л). К концу биологического цикла яйцекладки уровень сырого протеина в рационе пониженный, яйценоскость убывает и уменьшается количество общего белка в сыворотке крови, но в 3-й группе его количество остается более высоким (13,6 %) с доминированием гаммаглобулиновых фракций на 15,2 % и особенно иммуноглобулинов класса IgG, что является признаком интенсивности иммунобиологических процессов в организме и повышения общего биоресурсного потенциала кур-несушек. Это закономерное явление для кур-несушек, а снижение резистентности их организма начнет проявляться после второго года яйцекладки синхронно со спадом яйценоскости. Сохранению же резистентности организма и поддержанию гомеостаза способствуют различные эволюционно выработанные защитные механизмы, в частности клеточные и гуморальные факторы защиты организма, состояние активности которых представлено в табл. 20.

Таблица 20. Клеточные и гуморальные факторы защиты организма

Показатели	Группа		
	1-я	2-я	3-я
1	2	3	4
В начале опыта			
Фагоцитарная активность, %	36,5 ± 2,01	36,7 ± 2,12	36,8 ± 2,17
Лизоцимная активность, %	19,2 ± 1,15	19,7 ± 1,16	23,1 ± 1,23
Бактерицидная активность, %	43,1 ± 1,62	44,0 ± 1,95	44,8 ± 1,96

1	2	3	4
В конце опыта			
Фагоцитарная активность, %	47,2 ± 1,66	47,5 ± 1,63	54,2 ± 1,97*
Лизоцимная активность, %	20,3 ± 1,16	20,0 ± 1,13	25,4 ± 1,23*
Бактерицидная активность, %	55,6 ± 2,01	54,8 ± 1,97	58,6 ± 2,17

* $P \leq 0,05$.

При сопоставлении полученных экспериментальных данных в начале опыта и по завершении исследований в конце биологического цикла яйцекладки нами установлено, что гомосерин в дозе, превышающей норму метионина в рационе кур-несушек на 0,1 п. п., оказывает положительное влияние на активизацию защитных функций организма. Так, если в начале опыта межгрупповых различий по фагоцитарной, лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови не установлено, то в конце биологического цикла яйцекладки фагоцитарная активность лейкоцитов была достоверно выше относительно контроля на 7,0 %, а лизоцимная активность – на 5,1 %.

Понятно, что все изменения обмена веществ в организме вызывают сдвиг внутренней среды и отражаются на щелочном резерве сыворотки крови. Кислотно-щелочное равновесие является одним из самых стабильных параметров гомеостаза. В наших исследованиях анализ кислотно-щелочного состояния внутренней среды организма, липидного и минерального обмена представлен в табл. 21.

Таблица 21. Биохимические показатели сыворотки крови ($x \pm m$)

Показатели	Группа		
	1-я	2-я	3-я
1	2	3	4
В начале опыта			
Общие липиды, г/л	7,12 ± 0,16	7,14 ± 0,19	7,16 ± 0,19
Холестерин, ммоль/л	2,12 ± 0,14	2,10 ± 0,12	2,14 ± 0,13
Фосфолипиды, ммоль/л	4,31 ± 0,40	4,16 ± 0,33	4,52 ± 0,47
Триглицериды, ммоль/л	0,37 ± 0,03	0,31 ± 0,04	0,36 ± 0,39
НЭЖК, ммоль/л	0,11 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,13 ± 0,02
pH	7,34 ± 0,01	7,33 ± 0,01	7,34 ± 0,01
Резервная щелочность, об. % CO ₂	37,7 ± 0,56	37,2 ± 0,41	36,4 ± 0,38
Кальций, ммоль/л	3,41 ± 0,15	3,40 ± 0,09	3,39 ± 0,15
Фосфор, ммоль/л	2,92 ± 0,12	2,83 ± 0,15	3,12 ± 0,12
В конце опыта			
Общие липиды, г/л	8,06 ± 0,20	8,45 ± 0,22	9,05 ± 0,26*
Холестерин, ммоль/л	2,54 ± 0,17	2,63 ± 0,15	2,94 ± 0,19

1	2	3	4
Фосфолипиды, ммоль/л	6,23 ± 0,18	6,13 ± 0,19	7,38 ± 0,20*
Триглицериды, ммоль/л	0,67 ± 0,04	0,71 ± 0,04	0,76 ± 0,11
НЭЖК, ммоль/л	0,45 ± 0,03	0,47 ± 0,03	0,51 ± 0,04
pH	7,38 ± 0,02	7,39 ± 0,02	7,40 ± 0,03
Резервная щелочность, об. % CO ₂	45,3 ± 0,41	44,0 ± 0,63	48,3 ± 0,72*
Кальций, ммоль/л	4,21 ± 0,18	4,19 ± 0,17	4,51 ± 0,23
Фосфор, ммоль/л	1,38 ± 0,07	1,37 ± 0,06	1,45 ± 0,11

* P ≤ 0,05.

Как показали результаты наших исследований, проанализированные наиболее важные биохимические показатели сыворотки крови в начале опыта носили достаточно стабильный характер, что характеризует нормальное течение физиологических процессов в организме несушек всех групп кур. В конце опыта эти показатели также не выходили за рамки физиологических отклонений, но были более разнообразными. Так, в сыворотке крови кур 3-й группы достоверно повысилась концентрация общих липидов по сравнению с контролем на 12,3 % (см. табл. 21). Поскольку липиды являются необходимым компонентом всех без исключения клеток и выполняют множество функций (энергетическую, защитную, структурную, резервную, регуляторную), то и преобладание их массовой доли для участия в физиологических процессах организма – явление положительное. В конгломерате общих липидов важные функции выполняют фосфолипиды, количество которых также было достоверно выше контроля на 18,4 %. Важность их велика как главных компонентов клеточных мембран, как источника фосфорной кислоты и главное – антипода холестерина. Они растворяют холестерин и элиминируют его из организма. Параллельно в метаболизме одним из ведущих критериев в повышении общего биоресурсного потенциала птицы является кислотно-щелочное состояние организма, транслируемое через сыворотку крови. Это состояние определяет характер обменных процессов и течение физиологических функций в организме. В наших исследованиях, в группе кур-несушек, получавших гомосерин в количестве, превышающем норму метионина на 0,1 п. п., достоверно повысилась резервная щелочность сыворотки крови на 6,6 % при одновременном снижении ее кислотности. Возрастные нормы и фактического содержания кальция в рационе при параллельном снижении фосфора соответствующим образом отразилось и на концентрации этих макроэлементов в сыворотке крови. В целом все проанализированные здесь метаболиты крови своим уровнем концен-

трации и соотношением, укрепившим буферные свойства крови, обеспечивают проявление высокой резистентности и продуктивности птицы.

Экономическая эффективность производства пищевых яиц

Целесообразность применения в птицеводстве различных инновационных разработок определяется их экономической эффективностью. В птицеводстве яичного направления продуктивности основными слагаемыми эффективности производства являются яйценоскость и затраты кормов на 10 яиц. Расчеты экономической эффективности производства пищевых яиц в данном опыте представлены в табл. 22.

Таблица 22. Экономическая эффективность производства яиц

Показатели	Группа		
	1-я	2-я	3-я
Поголовье на начало опыта, гол.	100	100	100
Сохранность поголовья, %	95,0	95,0	95,0
Количество кормодней	33579	33945	33581
Яйценоскость кур, шт.	285	283	294
Получено яиц всего, шт.	26220	26319	27048
Стоимость продукции, тыс. у. е.	3670,8	3684,6	3786,7
Израсходовано кормов, кг	3880,5	3947,8	3840,8
Всего затрат на производство, тыс. у. е.	3496,9	3520,9	3553,0
В т. ч. корма и препараты	2447,8	2464,5	2487,1
Получено прибыли, у. е.	173,9	163,7	233,7
В т. ч. на 1 несушку, у. е.	1,89	1,76	2,54

В расчете на 1 курицу-несушку прибыль от включения в комбикорма гомосерина в количестве, превышающем норму метионина на 0,1 п. п., составила 2,54 у. е.

Выводы. На основании проведенных опытов по изучению эффективности импортозамещения незаменимой аминокислоты метионина в комбикормах кур-несушек отечественной аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин установлено:

1. Включение в рацион кур-несушек гомосерина в количестве, превышающем норму метионина на 0,1 п. п., способствует повышению яйценоскости на среднюю несушку на 3,1 %, выхода яичной массы на 4,7 %, снижению затрат кормов на 10 яиц на 4,1 %, повышению переваримости питательных веществ корма и депонирования азота, главного структурного элемента в белковой молекуле, на 8,8 %.

2. Апробированный вариант использования гомосерина в рационах кур-несушек способствует активизации эритро- и гемопоза на

7,8–13,7 %, повышению концентрации общего белка в сыворотке крови на 16,8 %, общих липидов на 12,3 %, резервной щелочности на 6,6 %.

3. Оптимальной дозой L-гомосерина в рационах кур-несушек является его количество, превышающее норму метионина на 0,1 п. п. Годовой экономический эффект от использования препарата подтвержден прибылью, которая в расчете на 1 среднегодовую курицу-несушку составляет 2,54 у. е.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью эффективного импортозамещения метионина в рационах кур-несушек аминокислотной кормовой добавкой L-гомосерин необходимо включать в комбикорма гомосерин в количестве, превышающем норму метионина на 0,1 п. п. (например, норма метионина + цистин в рационе составляет 0,68 %, а гомосерина по его биологической активности требуется 0,78 %, т. е. больше на 0,1 п. п.). Такой вариант использования новой аминокислотной кормовой добавки обеспечит повышение яйценоскости кур-несушек, 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 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	4
2. Импортозамещение метионина L-гомосерином в рационах ремонтного молодняка кур	5
3. Эффективность импортозамещения метионина в рационах кур-несушек L-гомосерином	21
Предложение производству	31
Библиографический список	31