

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМЯН КИНОА В РАЦИОНЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Сергеенкова Надежда Алексеевна, к.б.н, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Вертипрахов Владимир Георгиевич, д.б.н, зав. кафедрой, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. При добавлении семян киноа в рацион цыплят-бройлеров активность трипсина в крови снижалась на 34,7% ($p < 0,05$), что указывает на замедление обмена веществ. При этом уменьшалось потребление корма птицей вследствие быстрого насыщения высокобелковым кормом. Активность амилазы снижалась в опытной группе на 21,9% ($p < 0,05$), содержание триглицеридов в крови опытных цыплят уменьшалось на 40,8% ($p < 0,05$). Происходило уменьшение в крови общего фосфора на 41,6% ($p < 0,05$), что связано с более низким гидролизом фосфорных соединений щелочной фосфатазой. В целом, при улучшении пищеварения в кишечнике при добавке киноа в дозе 1,0% от массы корма наблюдалось замедление углеводного и липидного обменов, что, возможно, связано с нарушением соотношения протеина в рационе.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, люпин белый, киноа, трипсин, кровь, биохимия.

Фундаментальные знания в области пищеварения у птицы позволили разработать метод определения вкусовых и питательных показателей кормовых добавок на основе фистульных технологий [1]. Установлено, что восприятие вкуса является важнейшим биологическим механизмом, влияющим на выбор и потребление пищи и воды у животных, причем в сложнорефлекторную фазу регуляции пищеварения это наиболее важный фактор, определяющий выделение ферментов. Наиболее информативным показателем вкусовых и питательных свойств разных белковых компонентов рациона является активность трипсина. Увеличение активности трипсина при смене соевого шрота на люпин белый, указывает на привлекательный вкус люпина в дозе 25,0% от массы корма [2]. Увеличение содержания люпина белого в корме до 50,0 и 75,0 % влечет снижение сложнорефлекторной реакции на данный компонент рациона и вызывает торможение секреторной функции пищеварительных желез. В сыворотке крови наблюдаются параллельные изменения активности трипсина дуоденальным показателем, что можно объяснить корреляцией к содержанию в кишечнике и что согласуется с результатами ранее опубликованных исследований [3]. Следовательно, потребность животных в питательных веществах может оцениваться с использованием фи-

стульных технологий. Люпин белый может быть альтернативой сои в рационах продуктивных животных [4].

Интерес вызывает культура, которая обладает высокой пищевой и биологической ценностью, поэтому эту псевдозлаковую культуру (киноа) называют «зерном XXI века» [5]. Зерно этой культуры содержит пищевые волокна и белки со сбалансированным составом незаменимых аминокислот, является источником некоторых минеральных веществ (кальция, железа и цинка), витаминов и таких биологически активных веществ, как сапонины, полифенолы, фитостеролы, фитостероиды и беталаины [6-7]. Киноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) относится к роду Марь (*Chenopodium*), семейству Amaranthaceae (ранее культуру относили к семейству Chenopodiaceae). Согласно данным FAOSTAT, в 2020 г. общий объем производства киноа составил 175 тыс. тонн, при этом основными производителями являлись такие страны, как Перу, Боливия и Эквадор. В России в 2017 г. культура была включена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Учеными РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева выполнены полевые опыты в 2021-2022 гг. по выращиванию киноа двух сортов: Titicaca (Дания), Cherry Vanilla (США) на дерново-подзолистых почвах (Полевая опытная станция РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва). Ранее исследования влияния киноа на пищеварение и обмен веществ у птиц не проводилось. Целью настоящей работы явилось изучение активности дуоденальных ферментов и макроэлементов, биохимических показателей крови при использовании в рационе цыплят-бройлеров добавки киноа.

Материалы и методы исследования. Опыты выполняли на цыплятах-бройлерах кросса «Смена 9» 15-45-суточного возраста в условиях экспериментального птичника РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева при соблюдении условий содержания и кормления, соответствующих рекомендациям ВНИТИП (2021) для данного кросса. Были сформированы три группы цыплят-бройлеров: 1 контрольная (1к) получала основной рацион (ОР) с добавкой люпина белого, который добавляли в рацион, замещая шрот соевый на 15,0% в рационе РОСТ для бройлеров; 2 опытная группа (2о) получала ОР+люпин белый+семена киноа без сапонинов (1,0 % от массы корма); 3 опытная группа (3о) получала ОР+ люпин белый семена киноа с сапонинами (1,0% от массы корма).

Физиологические опыты выполняли утром натощак. Цыплятам давали по 150 г комбикорма на группу, дуоденальный химус (1,0–2,0 мл) собирали через 60 и 120 минут после кормления. Химус центрифугировали с использованием центрифуги Eppendorf MiniSpin® plus (Германия) при 7000 об/мин в течение 5 минут и определяли активность ферментов в надосадочной жидкости, разбавляя ее физиологическим раствором 1:10. Определение активности ферментов проводилось на полуавтоматическом биохимическом анализаторе BS 3000M (Sinnova, КНР). Активность трипсина определяли по методу Вертипрахова, Грозиной (2018), щелочной фосфатазы, кальция и фосфора – с ис-

пользованием реактивов компании «ДИАВЕТ» (РФ). Общий анализ крови выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе BioChem FC-120 (HTI Technology, США) с использованием реактивов HTI Technology. Весь цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики.

Результаты. Сравнительные данные по активности дуоденальных ферментов и макроэлементов при добавлении в корм семян киноа представлены в табл. 1.

Таблица 1

Биохимические показатели дуоденального химуса цыплят-бройлеров при добавлении в корм люпина белого и семян киноа (n=5, M±m)

Показатель	Химус через 60 мин после кормления		Химус через 120 мин после кормления	
	1к	2о	1к	2о
Активность трипсина, ед/л	826,6 ± 119,20	1520,7 ± 180,25 ^a	1012,6 ± 113,25	2045,5 ± 511,25 ^a
Активность щелочной фосфатазы, ед/л	10083,2 ± 1474,10	8764,3 ± 1041,25	8668,7 ± 1057,75	9762,0 ± 1586,25
Кальций, ммоль/л	13,8 ± 1,47	14,7 ± 1,93	14,2 ± 1,97	13,9 ± 0,53
Фосфор, ммоль/л	5,5 ± 0,26	5,2 ± 0,19	5,2 ± 0,37	4,9 ± 0,38

Здесь и далее ^a – различие между разными добавками, достоверные при p<0,05, ^b- различие между одной добавкой в разное время после приема корма, достоверно при p<0,05

Из данных таблицы видно, что добавка в корм киноа (1,0% от массы корма) вызывает увеличение активности трипсина через 60 минут после кормления на 83,9%, через 120 минут после приема корма – на 102,0% по сравнению с показателями ОР+люпин белый (15,0%). Все остальные показатели (активность щелочной фосфатазы, содержание кальция и фосфора) остаются без изменений. Разные сорта киноа (с сапонинами и без сапонинов) отличаются по своему физиологическому влиянию на активность трипсина.

Разные сорта киноа обладали своеобразным вкусом. Так, сорт без сапонинов имел показатель активности трипсина на 42,1% выше, чем сорт с сапонинами. Аналогичная тенденция отмечалась по питательным свойствам добавки, но высокий показатель среднеквадратичного отклонения, связанный с индивидуальными особенностями птицы, не позволил считать различия достоверными. Следовательно, сапонины в киноа не оказывали достоверного влияния на вкусовые ощущения и питательность семян киноа. Достоверные различия были отмечены между разными сортами киноа в содержании общего фосфора. Так, в сорте без сапонинов количество фосфора снижалось на 36,6% (p<0.05) через 60 минут после кормления, на 25,8% (p<0.05) при взятии химуса, спустя 120 минут после приема корма. Наблюдалось различие между первой и второй пробой по активности трипсина в киноа с сапонинами. Итак, фосфора в кишечнике было больше при наличии в киноа сапонинов, аналогичная тенденция наблюдалась в активности щелочной фосфатазы.

Из данной таблицы видно, что при добавлении семян киноа в рацион цыплят-бройлеров активность трипсина в крови снижается на 34,7% (p<0.05), что указывает на замедление обмена веществ.

**Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при добавлении
в корм люпина белого и семян киноа с сапонинами (n=5, M±m)**

Показатель	Группа	
	1к	3о
Активность трипсина, ед/л	91,3 ± 1,10	59,6 ± 8,50*
Активность амилазы, ед/л	779,5 ± 29,20	609,0 ± 23,50*
Активность щелочной фосфатазы, ед/л	905,5 ± 46,78	780,0 ± 64,50
Глюкоза, ммоль/л	7,5 ± 0,10	9,8 ± 0,60
Общий белок ммоль/л	45,9 ± 1,70	41,3 ± 1,80
Мочевая кислота, ммоль/л	172,3 ± 16,80	135,6 ± 18,60
Триглицериды, ммоль/л	0,49 ± 0,03	0,29 ± 0,07*
Кальций, ммоль/л	3,0 ± 0,20	2,8 ± 0,05
Фосфор, ммоль/л	3,7 ± 0,19	2,2 ± 0,15*

* – разность при $p < 0,05$ по отношению к контрольной группе

При этом уменьшалось потребление корма птицей. Активность фермента амилазы снижалась в опытной группе на 21,9% ($p < 0,05$), что свидетельствует о снижении энергетического потенциала у бройлеров, поскольку углеводы обеспечивают половину всей энергии, получаемой от гидролиза питательных веществ рациона. Это согласуется со снижением липидного обмена, критерием которого в крови является наличие триглицеридов, которые снижаются у опытных цыплят на 40,8% ($p < 0,05$). Вполне логично, что при снижении метаболизма происходит уменьшение в крови общего фосфора на 41,6% ($p < 0,05$), что связано с более низким гидролизом фосфорных соединений ферментом щелочная фосфатаза, снижение которого наблюдается при использовании добавки киноа (на 13,8%, $p > 0,05$). Таким образом, биохимический статус у цыплят-бройлеров свидетельствует о снижении углеводного и липидного обменов, которые отвечают в организме за обеспечение обменной энергией метаболических процессов.

Выводы. Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. По вкусовым ощущениям для цыплят-бройлеров семена киноа являются значительно привлекательней, чем базовый рацион, содержащий люпин белый. Гормональный ответ в кишечнике (при получении дуоденального химуса через 120 минут после кормления) свидетельствует о высокой питательной ценности семян киноа в небольшом количестве (1,0% от массы корма).

2. Разные сорта киноа (с содержанием и без сапонинов) не имеют функциональных различий при оценке с использованием фистульных технологий на птице.

3. Снижение метаболизма после введения в рацион РОСТ цыплят-бройлеров семян киноа в количестве 1,0 % требует определения оптимальных доз использования данного продукта и фундаментальных исследований метаболических путей аминокислотного спектра в организме бройлеров.

Библиографический список

1. Патент № 2821592 С1 Российская Федерация, МПК А23К 10/00, G01N 33/50. Способ оценки вкусовых и питательных свойств корма у птицы:

№ 2023131963: заявл. 05.12.2023: опублик. 25.06.2024 / В. Г. Вертипрахов, С. И. Полина, Н. А. Сергеевкова [и др.]

2. Новый способ определения вкусовых и питательных свойств белого люпина в кормах цыплят-бройлеров /В.Г. Вертипрахов, Н.А. Сергеевкова, Д.Д. Беззубенко, С.И. Полина // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 4. – С. 61-68. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-4-61-68.

3. Vertiprakhov VG, Ovchinnikova NV. Trypsin activity in poultry pancreatic juice and blood increases simultaneously during the post-prandial period. Front. Physiol. 2022; 13:874664. DOI:10.3389/fphys.2022

4. Гатаулина Г.Г. Формирование плодов, семян и урожайность сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.) с детерминантным типом роста / Г.Г. Гатаулина, А.В. Шитикова, Н.В. Медведева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 6. – С. 36-46. – DOI 10.26897/0021-342X-2023-6-36-46.

5. Маркова, Ю. М. Зерновые продукты из амаранта, киноа и гречихи: роль в питании человека и поддержании кишечного микробиома / Ю. М. Маркова, Ю. С. Сидорова // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 6(544). – С. 17-29. – DOI 10.33029/0042-8833-2022-91-6-17-29. – EDN YQIQFY.

6. Alvarez-Jubete L, Arendt EK, Gallagher E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. Trends Food Sci. Technol. 2010; 21 (2):106–113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>

7. Martínez-Villaluenga C, Peñas E, Hernández-Ledesma B. Pseudocereal grains: nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. Food Chem. Toxicol. 2020; 137. Article ID 111178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178>

УДК 636.59.03:611.018:577.161.22

ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИИ ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ ПЕРЕПЕЛОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗНОЙ ДОЗИРОВКИ КАЛЬЦИДИОЛА

Семак Анна Эдуардовна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Зверев Олег Михайлович, студент, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Аннотация. Описаны и оценены изменения анатомо-гистологических параметров двенадцатиперстной кишки перепелов универсального направления продуктивности, связанные с получением промежуточной формы витамина D (кальцидиола) в разных дозировках.

Ключевые слова: перепела, двенадцатиперстная кишка, гистология, витамин D, кальцидиол.