

ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА/PRIVATE ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, FEED PREPARATION TECHNOLOGIES AND PRODUCTION OF LIVESTOCK PRODUCTS

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.3>

ВЛИЯНИЕ ПОРОШКА СПИРУЛИНЫ НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ ВЕЩЕСТВ И БАЛАНС АЗОТА В ОРГАНИЗМЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Научная статья

Чжан И.¹, Ким Н.А.^{2,*}

¹ ORCID : 0000-0003-4515-2967;

² ORCID : ORCID 0000-0001-5077-9612;

^{1,2} Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (1.06.81[at]mail.ru)

Аннотация

Цель исследования — определить влияние порошка спирулины на переваримость питательных веществ и баланс азота в организме цыплят-бройлеров. Исследования были проведены на птице кросса Арбор Айкрес в условиях птицефабрики корпорации Юнькэн г. Шэньян. Для проведения исследования было сформировано 4 группы птицы по 25 гол. в возрасте 37–42 дня по принципу аналогов. Птице 1, 2 и 3 опытной групп задавали по 0,5%, 1,0% и 1,5% порошка спирулины от питательности суточного рациона, птица контрольной группы получала хозяйственный рацион. В ходе балансового опыта было установлено, что коэффициенты переваримости сухого вещества корма в опытных группах по сравнению с контрольной были на 0,58, 0,81 и 1,7% больше, однако разница не достоверна. Количество отложенного в организме птицы азота во II, III и IV опытных группах было достоверно выше ($P \geq 0,95$ и $P \geq 0,99$) по сравнению с контрольной группой на 0,16 ($P \geq 0,95$) 0,21 и 0,33 г ($P \geq 0,99$) соответственно.

Ключевые слова: порошок спирулины, цыплята-бройлеры, баланс азота, кормление, переваримость.

INFLUENCE OF SPIRULINA POWDER ON DIGESTIBILITY OF SUBSTANCES AND NITROGEN BALANCE IN BROILER CHICKENS BODY

Research article

Zhan I.¹, Kim N.A.^{2,*}

¹ ORCID : 0000-0003-4515-2967;

² ORCID : ORCID 0000-0001-5077-9612;

^{1,2} Primorsky State Agrarian-Technological University, Ussuriysk, Russian Federation

* Corresponding author (1.06.81[at]mail.ru)

Abstract

The aim of the study was to determine the influence of spirulina powder on digestibility of nutrients and nitrogen balance in the body of broiler chickens. The research was conducted on birds of Arbor Acres cross in conditions of poultry farm of Yunken Corporation, Shenyang. For the research, 4 groups of poultry 25 birds each at the age of 37–42 days were formed according to the principle of analogues. Poultry of 1, 2 and 3 experimental groups were given 0.5%, 1.0% and 1.5% of spirulina powder from the nutritive value of daily ration, poultry of the control group received farm ration. During the balance experiment it was found that the coefficients of dry matter digestibility of feed in the experimental groups compared to the control group were 0.58, 0.81 and 1.7% higher, but the difference was not significant. The amount of nitrogen stored in the body of poultry in II, III and IV experimental groups was significantly higher ($P \geq 0.95$ and $P \geq 0.99$) compared to the control group by 0.16 ($P \geq 0.95$) 0.21 and 0.33 g ($P \geq 0.99$), respectively.

Keywords: spirulina powder, broiler chickens, nitrogen balance, feeding, digestibility.

Введение

Глобальная продовольственная проблема — одна из самых давних и важных проблем человечества. В связи с этим идет масштабное наращивание производства продукции животноводства, сопровождающееся большими технологическими инновациями. К 2050 году объемы производства мяса в развивающихся странах превысят объемы нынешних развивающихся стран примерно в 2 раза.

Одним из основных критериев, определяющих увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы, является сбалансированное и полноценное кормление. При этом важно обращать внимание не только на оптимальное содержание питательных веществ, но и на уровень минеральных веществ и витаминов. Часто их источниками являются биологически активные добавки, чье эффективное действие на организм доказывается исследованиями отечественных и зарубежных учеными. Биологически активные добавки стимулируют обменные процессы, тем самым способствуя увеличению продуктивности, резистентности организма и т.п.

В качестве биологически активных добавок можно использовать нетрадиционные источники растительного и животного происхождения. Современная наука владеет большими возможностями для увеличения производства продовольствия в мире, одной из которых является использование биологических ресурсов морских и океанических вод [1], [2], [3], [4], [5].

В связи с вышесказанным нами были проведены исследования, направленные на определение влияния порошка спирулины на переваримость и баланс веществ в организме цыплят-бройлеров кросса Арбор Айкрес.

Методы и принципы исследования

Опыт проводили согласно методическим рекомендациям, разработанным ВНИТИП, в условиях птицефабрики корпорации Юнькэнь, г. Шэньян (Китай). С целью определения переваримости питательных веществ корма и баланса азота у цыплят-бройлеров при включении в рацион порошка спирулины было сформировано 4 группы птицы по 25 гол. в возрасте 37–42 дня по принципу аналогов. Предварительный период составлял 3 дня, учетный — 5.

Птица контрольной (первой) группы получала основной хозяйственный рацион (ОР), в комбикорм птицы II, III и IV опытных групп ежедневно вводили порошок спирулины в количестве 0,5%, 1,0% и 1,5% от питательности суточного рациона. В течение учетного периода собирали помет; вели учет задаваемого комбикорма. Помет для связывания аммиака консервировали хлороформом. Анализ химического состава комбикорма и помета подопытных животных проводили в экспериментальном центре Танчи.

Результаты физиологического опыта обрабатывали методами вариационной статистики с помощью ПК, компьютерных программ MS Excel (2016), используя методику Н.А. Плохинского (1969).

Основные результаты

В таблице 1 представлены рационы птицы опытных групп. Анализ рационов показал, что при включении в рацион опытной птицы 0,5, 1,0 и 1,5% спирулины от питательности рациона вместо части соевого шрота количество обменной энергии осталось на прежнем уровне, а количество сырого протеина увеличилось на 2,16% во II опытной группе, на 4,31% в III опытной группе и на 6,47% в IV опытной группе соответственно. Это увеличение обусловлено более высоким содержанием сырого протеина в спирулине в соответствии с химическим составом, определенным лабораторным путем.

Таблица 1 - Суточный рацион и его состав в период опыта

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.3.1>

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Кукуруза, г	12,84	12,84	12,84	12,84
Рис неочищенный, г	60,0	60,0	60,0	60,0
Отруби пшеничные, г	15,0	15,0	15,0	15,0
Соевый шрот, г	35,42	30,39	25,35	20,32
Перьевая мука, г	3,75	3,75	3,75	3,75
Арахисовый жмых, г	1,8	1,8	1,8	1,8
Порошок из кукурузного глютена, г	3,68	3,68	3,68	3,68
Костная мука, г	0,27	0,27	0,27	0,27
Мел, г	1,85	1,85	1,85	1,85
Куриный жир, г	4,2	4,2	4,2	4,2
Рисовое масло, г	7,5	7,5	7,5	7,5
Лизин, г	1,13	1,13	1,13	1,13
Яичная масса, г	0,62	0,62	0,62	0,62
Соль поваренная, г	0,38	0,38	0,38	0,38
Водный раствор холина, г	0,075	0,075	0,075	0,075
Спирулина, г	-	5,43	10,85	16,28
Премикс, г	1,5	1,5	1,5	1,5
Обменная энергия, МДж	14,12	14,12	14,11	14,1
Сырой протеин, %	20,4	20,84	21,28	21,72
Кальций, %	1,22	1,21	1,21	1,22
Фосфор, %	0,7	0,7	0,7	0,69

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Лизин, %	1,3	1,3	1,3	1,3
Метионин, %	0,6	0,6	0,6	0,6

По результатам опыта по переваримости были рассчитаны коэффициенты переваримости. Итоги отражены в таблице 2.

Таблица 2 - Переваримость питательных веществ комбикорма цыплятами-бройлерами

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.3.2>

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество, %	70,61±0,81	71,20±0,74	71,42±0,74	71,68±0,93
Сырой протеин, %	67,45±0,11	68,30±0,47	68,86±0,72	69,75±0,98*
Сырой жир, %	72,31±0,71	72,83±0,59	73,26±0,54	72,93±0,61
Сырая зола, %	34,99±0,41	34,64±0,8	34,93±0,82	35,34±1,16
Сырая клетчатка, %	6,89±0,55	6,65±0,66	7,08±0,76	6,78±0,42

Примечание: * – $P \geq 0,95$

Как видно по результатам опыта по переваримости, коэффициенты переваримости сухого вещества корма в опытных группах по сравнению с контрольной были на 0,58, 0,81 и 1,7%, однако разница недостоверна. Коэффициенты переваримости сырого жира, сырой клетчатки и сырого протеина во всех опытных группах незначительно отличалась. Только в III опытной группе коэффициент переваримости сырого протеина был достоверно выше ($P \geq 0,95$), чем в контроле, разница составила 2,3%.

С целью определения влияния порошка спирулины на белковый обмен мы исследовали баланс азота. Результаты балансового опыта отражены в таблице 3.

Таблица 3 - Баланс азота в организме цыплят-бройлеров

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.3.3>

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Принято с кормом, г	4,68±0,12	4,81±0,12	4,92±0,11	5,05±0,12*
Выделено с пометом, г	2,14±0,03	2,11±0,05	2,14±0,03	2,18±0,05
Отложено в организме, г	2,54±0,05	2,7±0,04*	2,78±0,03**	2,87±0,04**
Коэффициент использования, %	54,27±0,77	56,13±0,76	56,5±0,68*	56,83±0,85*

Примечание: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$

В связи с введением в рацион цыплят-бройлеров порошка спирулины количество потребленного азота у цыплят опытных групп было несколько выше. Разница между II, III и контрольной группой составила 0,13 и 0,24 г соответственно. Количество азота, потребленного птицей IV опытной группой, было достоверно ($P \geq 0,95$) выше на 0,37 г. При этой разнице количество выделенного с пометом азота была практически одинаковой, что отразилось на количестве отложенного в организме азота и, как следствие, на коэффициентах использования азота организмом. Так, количество отложенного в организме азота во II, III и IV опытных группах было достоверно выше ($P \geq 0,95$ и $P \geq 0,99$) по сравнению с контрольной группой на 0,16 ($P \geq 0,95$) 0,21 и 0,33 г ($P \geq 0,99$) соответственно.

Обсуждение

При изучении данного вопроса были изучены литературные данные, которые подтвердили, что биологически активные добавки морского происхождения повышают содержание среднецепочных и короткоцепочных жирных кислот в кишечнике, способствуют сохранению целостности слизистой оболочки кишечника, уменьшают частоту возникновений заболеваний ободочной кишки. Поэтому добавление водорослей в корм может оказать благоприятное влияние на здоровье и микробиоту кишечника домашней птицы, повысить разнообразие полезной микрофлоры кишечника, тем самым повышая перевариваемость корма и коэффициент использования питательных веществ [9], [11], [13], [14].

Исследования S. A. Abdelnour и др. (2019) показали, что применение микроводорослей *Chlorella* spp. в качестве добавки в корм для бройлеров повышает усвояемость энергии на 1,29% у опытных цыплят по сравнению с контрольными аналогами [12].

Результаты нашего опыта подтверждают, данные, полученные в ходе зарубежных и отечественных исследований.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что включение порошка спирулины в количестве 0,5; 1,0 и 1,5% положительно сказывается на переваримости питательных веществ корма и балансе азота.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- Макаринская А. Морские водоросли в производстве комбикормов. / А. Макарина, Б. Егоров, Н. Батиевская и др. // Комбикорма. — 2015. — 6. — С. 70–73.
- Николаенко Е.А. Применение спирулины в животноводстве. / Е.А. Николаенко, Д.В. Лукина, И.В. Глебова // Проблемы и достижения современной науки. — 2020. — 1(7). — С. 31–33.
- Усатов О.О. Влияние кормовых добавок, содержащих микроводоросль *Spirulina platensis*, на рост, развитие и продуктивность свиней и птиц. / О.О. Усатов, И.В. Глебова. // Теоретические и практические аспекты инновационных достижений в зоотехнии и ветеринарной медицине; — Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. — С. 238–240. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50050768&selid=50051322>. (дата обращения: 27.04.25).
- Сиротина Т.Н. Применение водорослей спирулина платенсис в животноводстве и птицеводстве. / Т.Н. Сиротина. // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции; — Пос. Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. — С. 66–69. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=rlduuu>. (дата обращения: 27.04.25).
- Талдыкина А.А. Влияние добавки подкислителя питьевой воды для цыплят-бройлеров на переваримость питательных веществ и интенсивность роста. / А.А. Талдыкина, В.В. Семенютин // Проблемы биологии продуктивных животных. — 2021. — 1. — С. 95–100. — DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.1.95-100
- Корсаков К.В. Влияние кормовой добавки «REASIL HUMIC HEALTH» на переваримость питательных веществ комбикорма и пшеницы цыплятами-бройлерами. / К.В. Корсаков // Аграрный научный журнал. — 2020. — 8. — С. 58–61. — DOI: 10.28983/asj.y2020i8pp58-61
- Редька А. Переваримость питательных веществ корма, выделение и задержка питательных веществ у бройлеров при потреблении комбикорма с сульфатом и цинк-смешанным лигандным комплексом. / А. Редька, В. Бомко, М. Сломчинский и др. // Украинский экологический журнал. — 2019. — 3. — С. 156–161. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/digestibility-of-feed-nutrients-nutrient-excretion-and-nutrient-retention-in-broilers-under-consumption-of-combined-feed-with> (дата обращения: 27.04.25).
- Syed B. Growth Performance and Nutrient Digestibility in Broiler Chickens Fed with an Encapsulated Blend of a Phytogenic Feed Additive. / B. Syed, J. Kesselring, J. Sánchez et al. // World Poult. Res.. — 2021. — 11(3). — P. 278–285. (accessed: 27.04.25). — DOI: 10.36380/jwpr.2021.33
- Mirzaie S. Effects of Dietary Spirulina on Antioxidant Status, Lipid Profile, Immune Response and Performance Characteristics of Broiler Chickens Reared under High Ambient Temperature. / S. Mirzaie, F. Zirak-Khattab, S.A. Hosseini et al. // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. — 2017. — 31(4). — P. 556–563. — DOI: 10.5713/ajas.17.0483
- PARK J.H. Effect of dietary Spirulina (*Arthrospira*) *platensis* on the growth performance, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and breast meat quality of broiler chickens. / J.H. PARK, S.I. LEE, I.H. KIM // Poultry Science. — 2018. — 97(7). — DOI: 10.3382/ps/pey093
- NIU J. Dietary values of macroalgae *Porphyra haitanensis* in *Litopenaeus vannamei* under normal rearing and WSSV challenge conditions: Effect on growth, immune response and intestinal microbiota. / J. NIU, S.W. XIE, H.H. FANG // Fish and Shellfish Immunology. — 2018. — 81. — P. 135–149. — DOI: 10.3389/fphys.2018.01880

12. Abdelnour SamehA. The application of the microalgae *Chlorella* spp. as a supplement in broiler feed. / SamehA. Abdelnour, MohamedEzzat El-Hack, M. Arif et al. // *World's Poultry Science Journal*. — 2019. — 75(2). — P. 1–14. — DOI: 10.1017/S0043933919000047
13. Иванищева А.П. Переваримость питательных веществ при использовании в рационе цыплят-бройлеров органиноминеральной добавки. / А.П. Иванищева, Е.А. Сизова, К.С. Нечитайло // *Животноводство и кормопроизводство*. — 2021. — 104(4). — С. 22–31. — DOI: 10.33284/2658-3135-104-4-22
14. Саломатин В.В. Влияние биологически активных препаратов на переваримость и использование питательных веществ рациона цыплятами-бройлерами. / В.В. Саломатин, А.Т. Варакин, Т.В. Коноблей и др. // *Птицеводство*. — 2021. — 2. — С. 16–20. — DOI: 10.33845/0033-3239-2021-70-2-16-20

Список литературы на английском языке / References in English

1. Makarinskaya A. Morskie vodorosli v proizvodstve kombikormov [Seaweed in the production of animal feed]. / A. Makarinskaya, B. Egorov, N. Batievskaya et al. // *Compound feed*. — 2015. — 6. — P. 70–73. [in Russian]
2. Nikolaenko E.A. Primenenie spiruliny' v zhivotnovodstve [The use of spirulina in animal husbandry]. / E.A. Nikolaenko, D.V. Lukina, I.V. Glebova // *Problems and achievements of modern science*. — 2020. — 1(7). — P. 31–33. [in Russian]
3. Usatov O.O. Vliyanie kormovy'x dobavok, soderzhashhix mikrovdorosl' Spirulina platensis, na rost, razvitie i produktivnost' svinej i ptic [The effect of feed additives containing the microalgae *Spirulina platensis* on the growth, development and productivity of pigs and birds]. / O.O. Usatov, I.V. Glebova. // *Theoretical and practical aspects of innovative achievements in animal science and veterinary medicine*; — Kursk: Kurskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya imeni I.I. Ivanova, 2022. — P. 238–240. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50050768&selid=50051322>. (accessed: 27.04.25). [in Russian]
4. Sirotina T.N. Primenenie vodoroslej spirulina platensis v zhivotnovodstve i pticevodstve [The use of spirulina platensis algae in animal husbandry and poultry farming]. / T.N. Sirotina. // *Achievements and prospects in the field of agricultural production and processing*; — Pos. Majskij: Belgorodskij gosudarstvenny'j agrarny'j universitet imeni V.Ya. Gorina, 2022. — P. 66–69. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=rduuv>. (accessed: 27.04.25). [in Russian]
5. Taldy'kina A.A. Vliyanie dobavki podkislitelya pit'evoj vody' dlya cy'plyat-brojlerov na perevarimost' pitatel'ny'x veshhestv i intensivnost' rosta [The effect of the acidifier additive of drinking water for broiler chickens on the digestibility of nutrients and growth rate]. / A.A. Taldy'kina, V.V. Semenyutin // *Problems of biology of productive animals*. — 2021. — 1. — P. 95–100. — DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbio.2021.1.95-100 [in Russian]
6. Korsakov K.V. Vliyanie kormovoj dobavki «REASIL HUMIC HEALTH» na perevarimost' pitatel'ny'x veshhestv kombikorma i pshenicy' cy'plyatami-brojlerami [The effect of the REASIL HUMIC HEALTH feed additive on the digestibility of nutrients in mixed feed and wheat by broiler chickens]. / K.V. Korsakov // *Agricultural Scientific Journal*. — 2020. — 8. — P. 58–61. — DOI: 10.28983/asj.y2020i8pp58-61 [in Russian]
7. Red'ka A. Perevarimost' pitatel'ny'x veshhestv korma, vy'delenie i zaderzhka pitatel'ny'x veshhestv u brojlerov pri potreblenii kombikorma s sul'fatom i cink-smeshanny'm ligandny'm kompleksom [Digestibility of feed nutrients, excretion and retention of nutrients in broilers when consuming compound feed with sulfate and zinc-mixed ligand complex]. / A. Red'ka, V. Bomko, M. Slomchinskij et al. // *Ukrainian Ecological Journal*. — 2019. — 3. — P. 156–161. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/digestibility-of-feed-nutrients-nutrient-excretion-and-nutrient-retention-in-broilers-under-consumption-of-combined-feed-with> (accessed: 27.04.25). [in Russian]
8. Syed B. Growth Performance and Nutrient Digestibility in Broiler Chickens Fed with an Encapsulated Blend of a Phytogetic Feed Additive. / B. Syed, J. Kesselring, J. Sánchez et al. // *World Poul. Res.*. — 2021. — 11(3). — P. 278–285. (accessed: 27.04.25). — DOI: 10.36380/jwpr.2021.33
9. Mirzaie S. Effects of Dietary Spirulina on Antioxidant Status , Lipid Profile , Immune Response and Performance Characteristics of Broiler Chickens Reared under High Ambient Temperature. / S. Mirzaie, F. Zarak-Khattab, S.A. Hosseini et al. // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. — 2017. — 31(4). — P. 556–563. — DOI: 10.5713/ajas.17.0483
10. PARK J.H. Effect of dietary Spirulina (*Arthrospira*) platensis on the growth performance, antioxidant enzyme activity, nutrient digestibility, cecal microflora, excreta noxious gas emission, and breast meat quality of broiler chickens. / J.H. PARK, S.I. LEE, I.H. KIM // *Poultry Science*. — 2018. — 97(7). — DOI: 10.3382/ps/pey093
11. NIU J. Dietary values of macroalgae *Porphyra haitanensis* in *Litopenaeus vannamei* under normal rearing and WSSV challenge conditions: Effect on growth, immune response and intestinal microbiota. / J. NIU, S.W. XIE, H.H. FANG // *Fish and Shellfish Immunology*. — 2018. — 81. — P. 135–149. — DOI: 10.3389/fphys.2018.01880
12. Abdelnour SamehA. The application of the microalgae *Chlorella* spp. as a supplement in broiler feed. / SamehA. Abdelnour, MohamedEzzat El-Hack, M. Arif et al. // *World's Poultry Science Journal*. — 2019. — 75(2). — P. 1–14. — DOI: 10.1017/S0043933919000047
13. Ivanishheva A.P. Perevarimost' pitatel'ny'x veshhestv pri ispol'zovanii v racione cy'plyat-brojlerov organomineral'noj dobavki [Digestibility of nutrients when using an organomineral supplement in the diet of broiler chickens]. / A.P. Ivanishheva, E.A. Sizova, K.S. Nечитайло // *Animal Husbandry and Fodder Production*. — 2021. — 104(4). — P. 22–31. — DOI: 10.33284/2658-3135-104-4-22 [in Russian]
14. Salomatina V.V. Vliyanie biologicheskii aktivny'x preparatov na perevarimost' i ispol'zovanie pitatel'ny'x veshhestv raciona cy'plyatami-brojlerami [The effect of biologically active drugs on the digestibility and use of nutrients in the diet of broiler chickens]. / V.V. Salomatina, A.T. Varakin, T.V. Konoblej et al. // *Poultry farming*. — 2021. — 2. — P. 16–20. — DOI: 10.33845/0033-3239-2021-70-2-16-20 [in Russian]