

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.2025.54.17>

ВЛИЯНИЕ СПИРУЛИНЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Научная статья

Ким Н.А.^{1,*}, Чжан И.²

¹ORCID : ORCID 0000-0001-5077-9612;

²ORCID : 0000-0003-4515-2967;

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

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

Аннотация

Цель исследования – определить влияние спирулины на динамику роста и продуктивность цыплят-бройлеров в условиях Китая. Исследования проводили в условиях птицеводческой фермы корпорации Юнькэнь г. Шэньян на цыплятах-бройлерах кросса Арбор Айкрес. Для проведения исследования было сформировано 4 группы птицы по 100 голов в каждой. 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. Убойный выход потрошенной тушки цыплят-бройлеров третьей и четвертой групп достоверно увеличился на 2,9 и 3,94%. Масса грудных мышц во всех опытных группах была достоверно выше на 11,82, 23,21 и 27,05%. В целом показатели мясной продуктивности цыплят-бройлеров, получавших спирулину, были выше контрольных значений, что, вероятно, было обусловлено влиянием биологически активных веществ, входящих в состав добавки.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, живая масса, мясная продуктивность, биологически активная добавка, убойный выход, потрошенная тушка.

INFLUENCE OF SPIRULINA ON BROILER CHICK PRODUCTIVITY

Research article

Kim N.A.^{1,*}, Zhan I.²

¹ORCID : ORCID 0000-0001-5077-9612;

²ORCID : 0000-0003-4515-2967;

^{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 effect of spirulina on growth dynamics and productivity of broiler chicks in China. The research was conducted at the poultry farm of Yunken Corporation, Shenyang, on broiler chicks of Arbor Ices cross. Shenyang on broiler chickens of Arbor Aikres cross. For the research, 4 groups of poultry were formed with 100 birds in each group. Poultry of 1, 2 and 3 experimental groups were given 0.5%, 1.0% and 1.5% of spirulina powder from the nutrient content of daily ration, poultry of control group received the economic ration. Slaughter yield of eviscerated carcass of broiler chicks of the third and fourth groups increased significantly by 2.9 and 3.94%. Breast muscle weight in all experimental groups was significantly higher by 11.82, 23.21 and 27.05%. In general, the indicators of meat productivity of broiler chicks receiving spirulina were higher than the control values, which was probably due to the influence of biologically active substances included in the composition of the supplement.

Keywords: broiler chicks, live weight, meat productivity, biologically active additive, slaughter yield, eviscerated carcass.

Введение

Постоянный рост населения в Китае и потребность в продуктах питания животного происхождения является причиной большой нехватки в продукции птицеводства. Птицеводство в Китае – одна из наиболее динамично развивающихся отраслей сельского хозяйства. Так как в последнее время использование антибиотиков запрещается в кормлении птицы, не хватает традиционных кормов, специалисты Китая ищут способы заменить антибиотики в рационах за счет нетрадиционных кормов и кормовых добавок, в частности морских водорослей.

Существующие ресурсы морских водорослей на побережьях Китая составляют около 1/8 от общего количества водорослей в мире, и насчитывается 1277 видов водорослей, в том числе 211 видов Chlorophyta [1].

В период с 2018 по 2023 гг. производство водорослей в Китае составило более 20 млн. т, что составило более 50% от общего объема мирового производства водорослей, занимая первое место в мире.

Морские водоросли богаты белком, аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами, минералами, полисахаридами, полифенолами и другими биологически активными веществами. Широкий спектр химического состава водорослей делает их перспективными добавками в медицине и ветеринарии, в качестве биологически активных добавок для людей и в кормлении животных. Однако эффект применения морских водорослей в различных рационах животных в значительной степени зависит от их вида и дозировки добавок, поэтому необходимо провести углубленное исследование их питательной функции и их применения в производстве [10], [12], [14].

Исследования, проведенные в России и за рубежом, показали, что применение водорослей в рационе разных видов животных и птицы способствует снижению у животных уровня холестерина, улучшению иммунитета, повышению качества молока и удоя у коров, увеличению роста животных и улучшению качества мяса птицы и яиц, обеспечивает устойчивость к болезням за счет противовирусного и антибактериального действия, улучшает функцию кишечника, увеличивает конверсию корма [2], [3], [6], [8], [9].

Методы и принципы исследования

Цель исследования – определить влияние спирулины на динамику роста и продуктивность цыплят-бройлеров в условиях Китая.

По литературным источникам, в спирулине содержится до 55-70% белка, что больше, чем в соевых бобах в 1,7 раза, в 6 раз – в пшенице и 93 раза – в кукурузе. В состав этой водоросли входят незаменимые аминокислоты, в т.ч. 5% лизина, 4,13 – изолейцина, 5,8 – лейцина, 2,71 – метионина, 4,17 – треонина, 3,95 – фенилаланина, 1,13 – триптофана и 6 – валина. Спирулина усваивается на 83-95%. Фикобилипротеин, входящий в состав спирулины обладает антиоксидантным, противовоспалительным и иммуномодулирующим действием [4], [11], [13].

Материалы и методы. Для проведения исследования было сформировано 4 группы птицы по 100 гол. в каждой. 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.

Для определения динамики живой массы путем индивидуального взвешивания всего поголовья по группам взвешивали птицу перед постановкой на опыт, на 14-е, 28-е и 42-е (перед убоем) сутки на электронных весах с точностью до 5 г.

По достижении 42 дневного возраста был проведен убой птицы. По результатам убоя были рассчитаны убойная масса и убойный выход потрошенной и полупотрошенной тушки, определена масса съедобных частей тушки, морфологический состав тушки.

Полученные данные были статистически обработаны.

Схема опытов показана в таблице 1.

Таблица 1 - Схема опытов

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.17.1>

Группа	Количество голов	Продолжительность исследований	Условия кормления
I (контрольная)	100	42 дня	Основной рацион
II (опытная)			99,5% ОР + 0,5% спирулины
III (опытная)			99,0% ОР + 1,0% спирулины
IV (опытная)			98,5% ОР + 1,5% спирулины

Основные результаты

Прежде чем проводить исследования по использованию порошка спирулины в рационе цыплят-бройлеров мы изучили химический состав спирулины в лаборатории Шэньянского технологического университета, г. Шэньян. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Химический состав спирулины

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.17.2>

Показатель	Содержание
Сухое вещество, %	89,48
Сырой белок, %	54,18
Сырая клетчатка, %	0,23
Сырой жир, %	5,90
Сырая зола, %	8,01
Железо, мг/кг	2100
Медь, мг/кг	4
Цинк, мг/кг	20
Марганец, мг/кг	76
Витамин А, мг/кг	3,43
Витамин Е, мг/кг	59,4

Показатель	Содержание
Витамин В1, мг/кг	35,0
Витамин В2, мг/кг	0,43
Витамин В6, мг/кг	0,26
Свинец, мг/кг	0,09
Мышьяк, мг/кг	1,91
Кадмий, мг/кг	0,24
Ртуть, мг/кг	0,26

Как видно, состав спирулины богат и разнообразен. Также спирулина оказывает положительное воздействие на рост лактобацилл в пищеварительном канале. Это, в свою очередь, ведет к улучшению переваривания и всасывания, стимуляции иммунной системы и защите от инфекций.

Динамика живой массы представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Динамика живой массы цыплят-бройлеров, (M±m)

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.17.3>

Группа	Живая масса, г			Абсолютный прирост, г	Среднесуточный прирост, г
	15 сут.	28 сут.	42 сут.		
I	411,67±4,65	1272±15,14	2386,16±85,03	1974,49±85,65	70,52±0,82
II	468,75±3,86	1430,0±14,88	2632,54±85,1	2163,79±84,78	77,28±2,48
III	464,17±3,72	1443,75±14,82	2625,4±84,16	2161,23±84,62	77,19±2,42
IV	496,67±3,91	1491,25±14,92*	2783,95±83,04*	2287,29±83,92*	81,68±1,68*

Примечание: * $P \geq 0,95$

Как показал анализ динамики живой массы, птица всех трех опытных групп опережала в развитии сверстников из контрольной группы. Показатели у птицы IV опытной группы были достоверно выше. Так, разница по абсолютному и среднесуточному приростам была достоверно выше аналогичных показателей контрольной группы на 15,8% ($P \geq 0,95$). Разница между контрольной группой и второй и третьей опытными группами была не достоверна.

По достижении сорока двух дневного возраста птицы мы провели убой и рассчитали показатели мясной продуктивности. Результаты показаны в таблице 4.

Таблица 4 - Результаты убоя

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.54.17.4>

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса перед убоем, кг	2,39±0,08	2,52±0,27**	2,68±0,25**	2,77±0,18**
Масса полупотрошенной туши, кг	1,96±0,07	2,26±0,22**	2,28±0,2**	2,28±0,14**
Масса потрошенной туши, кг	1,74±0,07	1,87±0,19	1,90±0,20*	1,96±0,21**
Убойный выход полупотрошенной туши, %	82,20±0,40	84,33±1,54*	85,01±0,92*	85,78±0,84**
Убойный выход потрошенной туши, %	72,80±0,72	74,21±0,90	74,91±1,23**	75,67±1,48**
Из них грудных мышц, г	248,46±8,36	277,82±4,92**	306,12±8,72**	315,68±5,68**
Из них грудных	14,25±0,1	14,87±0,2	16,11±0,37*	16,12±1,4*

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
мышц, %				
внутренний жир, г	38,92±1,10	46,53±0,35**	46,59±0,58**	46,89±0,71**
внутренний жир, %	2,21±0,04	2,39±0,08*	2,29±0,38	2,58±0,20*
кожи, г	186,8±2,39	190,4±0,91	192,4±3,58*	194,8±3,11*
кожи, %	10,64±0,39	11,02±0,26	9,07±0,25	10,75±0,91
костей, г	414,2±3,16	423,0±1,58	426,0±2,02*	434,44±1,16*
костей, %	23,59±0,84	22,62±0,77	22,42±0,28	22,14±2,23

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

При анализе мясной продуктивности цыплят-бройлеров установлено, что достоверно увеличилась ($P \geq 0,99$) живая масса птицы II, III и IV опытных групп на 5,4, 12,1 и 15,9% по сравнению с I контрольной группой. Убойный выход потрошеной тушки в III и IV опытных групп были достоверно ($P \geq 0,99$) выше контрольного показателя на 2,9 и 3,94% соответственно. По всем рассматриваемым показателям IV опытная группа достоверно превосходит контрольную группу, II и III группы занимали промежуточное положение между ними.

Обсуждение

При изучении вопроса о применении спирулины в кормлении цыплят-бройлеров нами были изучены литературные источники, подтверждающие благоприятное воздействие разных водорослей на организм сельскохозяйственных животных и птицы в различных странах. Так, например, Choi Y. (2016) в своих исследованиях доказал, что добавление глубоководных бурых водорослей в рацион поросят-отъемышей в количестве 1,5 г на килограмм живой массы способствует повышению усвояемости сухого вещества корма, сырого белка и валовой энергии. В свою очередь, Luo Wangyan (2021) также отметил благоприятное воздействие олигосахаридов бурых водорослей в количестве 80 мг на 1 кг живой массы поросят-отъемышей [15], [16].

Da Silva (2016) с вероятностью $P \geq 0,95$ доказал, что частичная замена кукурузной муки на порошок из микроскопических водорослей в рационе дойных коров способствует повышению молочной продуктивности, улучшает обмен веществ, значительно повышает усвояемость сырой клетчатки и сырого жира [7].

Результаты, полученные в наших исследованиях, также подтверждают, что водоросли, в нашем случае спирулина, способствует повышению продуктивных качеств цыплят-бройлеров.

Заключение

Результаты наших исследований показали, что применение спирулины в рационе цыплят-бройлеров кросса Арбор Айкрес положительно повлияло на рост и развитие птицы, и как следствие на мясную продуктивность.

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

1. Грязнова О.А. Использование SPIRULINA PLATENSIS и диспергированного торфа в кормлении молодняка крупного рогатого скота / О.А. Грязнова, И.В. Глебова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. — 2019. — № 2. — С. 30–43.
2. Никанова Л.А. Использование комплексной кормовой добавки на основе Спирулины и антиоксиданта в кормлении свиней и ее влияние на резистентность и продуктивность / Л.А. Никанова, Г.Н. Колодина, Д.А. Никанова // Техника и технологии в животноводстве. — 2019. — № 4(36). — С. 169–13.
3. Altomonte I. Use of microalgae in ruminant nutrition and implications on milk quality – A Review / I. Altomonte, F. Salari, R. Licitra [et al.] // Livestock Science. — 2018. — № 214. — P. 25–35. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.05.006
4. Bikker P. Biorefinery of the green seaweed *Ulva lactucata* produce animal feed, chemicals and biofuels / P. Bikker, M.K. Van, V. Piet Wikselaar // Journal of Applied Phycology. — 2016. — № 28(35). — P. 3511–3525. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-016-0842-3>
5. Camacho F. Isolation and characterization of phycocyanin from the blue-green alga *Spirulina platensis* / F. Camacho, A. Macedo, F. Malcata // Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a short review. — 2019. — № 17(6). — P. 312. DOI: 10.3390/foods12203878

6. Da Silva G. Short communication: partial replacement of ground corn with algae meal in a dairy cow diet:milk yield and composition, nutrient digestibility, and metabolic profile / G. Da Silva, E.F. De Jesus, C.S. Takiya // Journal of Dairy Science. — 2016. — № 99(11). — P. 8880–8884.
7. Dewi C. Anticancer, antiviral, antibacterial, and antifungal properties in microalgae / C. Dewi, C. Falaise, C. Hellio [et al.]. — Cambridge : Academic Press, 2018. — 235 p.
8. Tibbetts S.M. The potential for 'next-generation', microalgae-based feed ingredients for salmonid aquaculture in context of the blue revolution / S.M. Tibbetts // Microalgal Biotechnol. — 2018. DOI: 10.5772/intechopen.73551
9. 杜玲, 扈瑞平, 穆文静等. 非洲乍得湖钝顶螺旋藻多糖对 S₁(180)腹水瘤小鼠免疫抗肿瘤作用的实验研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(06):957-960.
10. 梁婉婷. 以海藻残渣为发酵底物乳杆菌增殖条件的研究[D]: 东北农业大学, 2015.
11. 王晓楠, 王茂剑, 鞠文明等. 我国海藻生物活性物质的研究及问题分析[J]. 齐鲁渔业, 2017, 14(2):43-45
12. 缪志刚. 草叶马尾藻多糖的分离纯化及生物活性研究[D]. 上海海洋大学, 2016.
13. 韩杨, 孙慧武, 赵明军等. 中国海藻产业发展形势与对策[J]. 农业展望, 2017, 13(1): 32-37.
14. 夏冰. 深海褐藻和益生菌制剂对断奶仔猪的生长性能、养分消化率、免疫指标和肠道健康的影响 [J]. 中国畜牧兽医, 2016, 43(08):2214.
15. 罗王燕, 李荣云等. 藻类的营养价值及其对水产动物的影响研究进展[J]. 营养研究, 2021, 42(14):40-44.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Grjaznova O.A. Ispol'zovanie SPIRULINA PLATENSIS i dispergirovannogo torfa v kormlenii molodnjaka krupnogo rogatogo skota [The use of SPIRULINA PLATENSIS and dispersed peat in the feeding of young cattle] / O.A. Grjaznova, I.V. Glebova // Feeding of Farm Animals and Fodder Production. — 2019. — № 2. — P. 30–43. [in Russian]
2. Nikanova L.A. Ispol'zovanie kompleksnoj kormovoj dobavki na osnove Spiruliny i antioksidanta v kormlenii svinej i ee vlijanie na rezistentnost' i produktivnost' [The use of a complex feed additive based on Spirulina and an antioxidant in pig feeding and its effect on resistance and productivity] / L.A. Nikanova, G.N. Kolodina, D.A. Nikanova // Machinery and Technologies in Animal Husbandry. — 2019. — № 4(36). — P. 169–13. [in Russian]
3. Altomonte I. Use of microalgae in ruminant nutrition and implications on milk quality – A Review / I. Altomonte, F. Salari, R. Licitra [et al.] // Livestock Science. — 2018. — № 214. — P. 25–35. DOI: 10.1016/j.livsci.2018.05.006
4. Bikker P. Biorefinery of the green seaweed *Ulva lactucata* produce animal feed, chemicals and biofuels / P. Bikker, M.K. Van, V. Piet Wikselaar // Journal of Applied Phycology. — 2016. — № 28(35). — P. 3511–3525. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-016-0842-3>
5. Camacho F. Isolation and characterization of phycocyanin from the blue-green alga *Spirulina platensis* / F. Camacho, A. Macedo, F. Malcata // Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: a short review. — 2019. — № 17(6). — P. 312. DOI: 10.3390/foods12203878
6. Da Silva G. Short communication: partial replacement of ground corn with algae meal in a dairy cow diet:milk yield and composition, nutrient digestibility, and metabolic profile / G. Da Silva, E.F. De Jesus, C.S. Takiya // Journal of Dairy Science. — 2016. — № 99(11). — P. 8880–8884.
7. Dewi C. Anticancer, antiviral, antibacterial, and antifungal properties in microalgae / C. Dewi, C. Falaise, C. Hellio [et al.]. — Cambridge : Academic Press, 2018. — 235 p.
8. Tibbetts S.M. The potential for 'next-generation', microalgae-based feed ingredients for salmonid aquaculture in context of the blue revolution / S.M. Tibbetts // Microalgal Biotechnol. — 2018. DOI: 10.5772/intechopen.73551
9. Du Ling Fēizhōu zhédé hú dùn dǐng luóxuán zǎo duōtáng duì S₁(180) fùshuǐ liú xiǎo shǔ miǎnyì kàng zhōngliú zuòyòng de shíyàn yánjiū [Experimental study on the immune antitumor effect of *Spirulina polysaccharide* on S₁(180) ascites tumor mice in Lake Chad, Africa] / Du Ling, Hu Ruiping, Mu Wenjing [et al.] // Research and development of natural products. — 2014. — № 26(06). — P. 957–960. [in Chinese]
10. Liang Yuanting Yí hǎizǎo cángzhā wèi fāxiào dǐ wù rǔ gǎnjùn zēngzhí tiáojiàn de yánjiū [Research on the proliferation conditions of *Lactobacillus* using seaweed residues as fermentation substrate] / Liang Yuanting. — Northeast Agricultural University, 2015. [in Chinese]
11. Wang Xiaonan Jū wénmíng děng. Wǒguó hǎizǎo shēngwù huóxíng wùzhí de yánjiū jí wèntí fēnxī [Research and problem analysis of biologically active substances of seaweed in our country] / Wang Xiaonan, Wang Maojian, Ju Wenming [et al.] // Qilu Fishery. — 2017. — № 14(2). — P. 43–45. [in Chinese]
12. Miao Zhigang Cǎo yè mǎwěi zǎo duōtáng de fēnlí chúnhuà jí shēngwù huóxíng yánjiū [Separation, purification and biological activity of *Sargasso polysaccharides* in grass leaves] / Miao Zhigang. — Shanghai Ocean University, 2016. [in Chinese]
13. Han Yang Zhōngguó hǎizǎo chǎnyè fāzhǎn xíngshì yǔ duìcè [The development situation and countermeasures of China's algae industry] / Han Yang, Sun Huiwu Mingjun [et al.] // Agricultural outlook. — 2017. — № 13(1). — P. 32–37. [in Chinese]
14. Xia Bing Shēnhǎi hézǎo hé yìshēng jùn zhìjì duì duǎnnǎi zīzhū de shēng cháng xìngnéng, yǎngfèn xiāohuà lǜ, miǎnyì zhǐbiāo hé cháng dào jiànkāng de yǐngxiǎng [Effects of deep-sea brown algae and probiotic preparations on the growth performance, nutrient digestibility, immune indicators and intestinal health of weaned piglets] / Xia Bing // China Animal Husbandry and Veterinary Medicine. — 2016. — № 43(08). — P. 2214. [in Chinese]

15. Luo Wangyan Zǎolèi de yíngyǎng jiàzhí jí qí duì shuǐchǎn dòngwù de yǐngxiǎng yánjiū jìnzhǎn [Research progress on the nutritional value of algae and its impact on aquatic animals] / Luo Wangyan [et al.] // Nutrition research. — 2021. — № 42(14). — P. 40–44. [in Chinese]