

ЖМЫХ КОФЕЙНЫЙ — АЛЬТЕРНАТИВНОЕ КОРМОВОЕ СРЕДСТВО В ПИТАНИИ ЖИВОТНЫХ

Резюме. Кофе является одним из наиболее ценных сырьевых продуктов в мировой торговле. При его производстве образуется большое количество побочных продуктов, значительная часть которых представлена жмыхом. Содержание в нем целлюлозы, белков, незаменимых аминокислот, жиров, полифенолов, витаминов, минеральных и дубильных веществ позволяет рассматривать данный продукт как перспективный компонент комбикормов, обладающий высоким антиоксидантным, пребиотическим и противомикробным потенциалом. В связи с тем, что в последние годы цены на корма существенно выросли, сравнительно низкая стоимость жмыха, получаемого при производстве кофе, будет способствовать снижению экономических затрат на производство животноводческой продукции. В статье представлен обзор научных публикаций об использовании жмыха кофейного в качестве альтернативного кормового средства для разных видов продуктивных животных.

Ключевые слова: жмых кофейный, альтернативные кормовые средства, продуктивные животные, кормление животных, компонент комбикорма.

COFFEE CAKE — AN ALTERNATIVE FEED FOR ANIMAL NUTRITION

Abstract. Coffee is one of the most valuable raw materials in world trade, but its production produces a large number of by-products, a significant part of which is cake. The content of cellulose, proteins, essential amino acids, fats, polyphenols, vitamins, minerals and tannins in coffee cake allows us to consider this product as a promising feed product with high antioxidant, prebiotic and antimicrobial potential. In addition, due to the fact that feed costs have increased significantly in recent years, the relatively low cost of cake obtained during coffee production makes it possible to consider it as one of the components of the diet, which will reduce the economic costs of production. The paper presents an overview of scientific publications reflecting the results of studies on the possibility of using coffee cake as an alternative feed for different types of productive animals.

Key words: coffee cake, alternative feed products, productive animals, animal feeding, feed component.

Кофе является одним из наиболее ценных первичных продуктов в мировой торговле. После воды это второй по популярности напиток и второй по величине биржевой товар после нефти [9, 16]. По данным Международной организации кофе, в период с 2020 по 2021 г. (кофейный год — октябрь—сентябрь) во всем мире было потреблено около 10,2 млн т кофе. Ожидается, что в 2023/2024 г. его производство увеличится на 5,8% [29]. Необходимо отметить, что при этом в больших объемах образуются побочные продукты

УДК 636.03

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2024-09-3-228

**АНЖЕЛИКА АЛЕКСАНДРОВНА
КСЕНОФОНТОВА¹,**

кандидат биологических наук,
доцент кафедры кормления животных

ORCID: 0000-0003-1920-2326
E-mail: tmetre@rgau-msha.ru

СЕРГЕЙ ОЛЕГОВИЧ ШАПОВАЛОВ¹,
доктор биологических наук,
профессор кафедры кормления животных

ORCID: 0000-0002-5630-5247
E-mail: s.shapovalov@cherkizovo.com

НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ БУРЯКОВ¹,
доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой кормления животных

ORCID: 0000-0002-6776-0835
E-mail: n.buryakov@rgau-msha.ru

¹Российский государственный
аграрный университет —
МСХА имени К.А. Тимирязева
127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

Поступила в редакцию:
25.07.2024

Одобрена после рецензирования:
26.07.2024

Принята в публикацию:
29.07.2024

Данное исследование было поддержано Министерством науки и высшего образования РФ в рамках реализации специальной части гранта Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» для развития РГАУ—МСХА имени К.А. Тимирязева (соглашение № 075-15-2023-220 от 21 февраля 2023 г.).

UDC 636.03

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2024-09-3-228

ANGELIKA A. KSENOFONTOVA¹,
Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor of the Department
of Animal Feeding

ORCID: 0000-0003-1920-2326
E-mail: tmetre@rgau-msha.ru

SERGEY O. SHAPOVALOV¹,
Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Animal Feeding

ORCID: 0000-0002-5630-5247
E-mail: s.shapovalov@cherkizovo.com

NILOLAY P. BURYAKOV¹,
Doctor of Biological Sciences, Professor,
Head of the Department of Animal Feeding

ORCID: 0000-0002-6776-0835
E-mail: n.buryakov@rgau-msha.ru

¹Russian State Agrarian University —
Moscow Agricultural Academy
named after K.A. Timiryazev
127434, Moscow, Timiryazevskaya str., 49

Received by editor office:
07.25.2024

Approved in revised:
07.26.2024

Accepted for publication:
07.29.2024

This research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as part of the implementation of a special part of the grant of the Strategic Academic Leadership Program «Priority 2030» for the development of the Russian State Agrarian University — MSHA named after K.A. Timiryazev (agreement № 075-15-2023-220 dated February 21, 2023).

кофейной промышленности, в основном жмых [28], около 6 млн т которого ежегодно утилизируется [26]. Существует два источника жмыха кофейного: при промышленном производстве растворимого кофе (для этого используется около 50% мирового урожая кофейного зерна) и при приготовлении кофе в кафе и населением (оставшиеся 50%) [10]. При переработке 1 т кофейных зерен, как правило, выход жмыха составляет свыше 0,5 т [20]. Около 46% от его объема выбрасывается, что представляет собой серьезную экологическую проблему из-за негативного воздействия на почву (анаэробное брожение и изменение pH), водные источники (инфильтрация загрязняющих веществ в ручьи, подкисление водных источников и модификация микроорганизмов) и биоразнообразии (почвенная микробиология, рыбы, ракообразные и другие позвоночные). Захоронение жмыха кофейного на свалках увеличивает объем углеродного следа до 1716 млн кг CO₂-экв. в год [2]. Таким образом, необходим другой подход для утилизации больших объемов этого вида жмыха. Один из возможных путей — использование в кормлении сельскохозяйственных животных.

По прогнозам, к 2050 г. объемы производства животноводческой продукции увеличатся на 70%. В связи с этим применение побочных продуктов переработки кофе в качестве альтернативных компонентов в составе кормов для животных позволит решить сразу две проблемы: смягчить экологический ущерб от производства кофе и повысить экономическую эффективность производства животноводческой продукции. Как известно, в животноводстве основные затраты приходятся на корма.

Жмых кофейный представляет собой осадок с высокой влажностью (80–85%), который образуется при обработке кофейного порошка-сырца горячей водой или паром. Химический состав продукта переработки кофе зависит от эффективности экстракции, которая в свою очередь определяется различными факторами, включая сорт кофе, температуру обжарки, степень помола, соотношение кофе/вода, качество воды, температуру, давление и время перколяции [18]. Жмых кофейный богат растворимыми углеводами (35%), клетчаткой (30,8%), липидами (20%) [11] и минеральными веществами (10,7%), содержит до 13,6% белка, а также умеренное количество дубильных веществ (1,8–8,5%), полифенолов (0,8–1,2%) и кофеина (1,3%) [13]. Его сахара полимеризованы в структуры целлюлозы и гемицеллюлозы, на долю маннозы приходится 46,8%, галактозы — 30,4%, глюкозы — 19%, арабинозы — 3,8%. Маннаны являются доминирующими полисахаридами в жмыхе кофейном, они могут способствовать росту бифидобактерий в кишечнике [15]. Также в нем установлен высокий уровень незаменимых аминокислот: лейцина, валина, фенилаланина, изолейцина, цистеина и метионина [11]. Липидный состав подобен составу вареного или фильтрованного кофе: 87–93% триглицеридов, 7–13% эфиров дитерпе-

Литература/Literature

1. Tê, V. P. Применение кофейного шлама при кормлении птицы / В. П. Tê // Биотехнология кормов и кормовых добавок. Сборник научных трудов СЗШИОХ. — Ленинград, 1989. — С. 54–58.
2. Antúnez, S. Effect of Different Levels of Extruded Coffee (Coffea arabica) Pulp Flour on the Productive Performance and Intestinal Morphometry of Cobb 500 Broiler Chickens / S. Antúnez, N. Fuentes, M. Gutierrez, F. Carcelén, F. Trillo, S. López, S. Bezada, V. Rivadeneira, S. Pizarro, J. Nuñez // *Animals*. — Basel. — 2024. — № 14 : 1170.
3. Bartley, E. E. Coffee Grounds. II. Effects of Coffee Grounds on Performance of Milking Dairy Cows and Feedlot Cattle, and on Rumen Fermentation and Dry Matter Removal Rate / E. E. Bartley, R. W. Ibbetson, L. J. Chyba, A. D. Dayton // *Journal of Animal Science*. — 1978. — № 47 (4). — pp. 791–799.
4. Batbekh, B. Assessment of the Impact of Coffee Waste as an Alternative Feed Supplementation on Rumen Fermentation and Methane Emissions in an In Vitro Study / B. Batbekh, E. Ahmed, M. Hanada, N. Fukuma, T. Nishida // *Fermentation*. — 2023. — № 9 : 858.
5. Berça, A. S. Meta-Analysis of the Relationship between Dietary Condensed Tannins and Methane Emissions by Cattle / A. S. Berça, L. O. Tedeschi, A. da Silva Cardoso, R. A. Reis // *Animal Feed Science and Technology*. — 2023. — № 298 : 115564.
6. Carta, S. Effects of spent coffee grounds on production traits, haematological parameters, and antioxidant activity of blood and milk in dairy goats / S. Carta, E. Tsiplakou, P. Nicolussi, G. Pulina, A. Nudda // *Animal*. — 2022. — № 16 (4) : 100501.
7. Casula, M. UHPLC-QTOF/MS Untargeted Lipidomics and Caffeine Carry-Over in Milk of Goats under Spent Coffee Ground Enriched Diet / M. Casula, P. Scano, C. Manis, G. Tolle, A. Nudda, S. Carta, G. Pulina, P. Caboni // *Applied Sciences*. — 2023. — № 13:2477.
8. de Otálora, X.D. Valorisation of spent coffee grounds as functional feed ingredient improves productive performance of Laxa dairy ewes / X.D. de Otálora, R. Ruiz, I. Goiri, J. Rey, R. Atxaerandio, D. San Martín, M. Orive, B. Iñarra, J. Zufia, J. Urkiza, A. García-Rodríguez // *Animal Feed Science and Technology*. — 2020. — № 264 : 114461.
9. Giroto, F. The broad spectrum of possibilities for spent coffee grounds valorization / F. Giroto, A. Pivato, R. Cossu, G. E. Nkeng, M. C. Lavagnolo // *Journal of Material Cycles and Waste Management*. — 2018. — № 20. — pp. 695–701.
10. Johnson, K. A Review of Recent Advances in Spent Coffee Grounds Upcycle Technologies and Practices / K. Johnson, Y. Liu, M. Lu // *Frontiers in Chemical Engineering*. — 2022. — № 4:838605.
11. Lago, R. C. A. Centesimal composition and amino acids of raw, roasted and spent ground of soluble coffee II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil Vitória / R. C. A. Lago, R. Antoniassi, S. C. Freitas // *ES. Resumos*. — 2001. — 104 P.
12. Martínez-López, S. Moderate consumption of a soluble green/roasted coffee rich in caffeoylquinic acids reduces cardiovascular risk markers: results from a randomized, crossover, controlled trial in healthy and hypercholesterolemic subjects / S. Martínez-López, B. Sarriá, R. Mateos, L. Bravo-Clemente // *European Journal of Nutrition*. — 2019. — № 58. — pp. 865–878.
13. Mazzafera, P. Degradation of Caffeine by Microorganisms and Potential Use of Decaffeinated Coffee Husk and Pulp in Animal Feeding / P. Mazzafera // *Scientia Agricola*. — 2002. — № 59. — pp. 815–821.



14. Mussatto, S. I. Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds Separation and Purification / S. I. Mussatto, L. F. Ballesteros, S. Martins, J. A. Teixeira // Technology. — 2011. — № 83. — pp. 173–179.
15. Mussatto, S. I. A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds / S. I. Mussatto, L. M. Carneiro, J. Silva, I. C. Roberto, J. A. Teixeira // Carbohydrate Polymers. — 2011. — № 83. — pp. 368–374.
16. Mussatto, S. I. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues / S. I. Mussatto, E. M. S. Machado, S. Martins, J. A. Teixeira // Food and Bioprocess Technology. — 2011. — № 4. — pp. 661–672.
17. Oestreich-Janzen, S. L. Chemistry of coffee / S. L. Oestreich-Janzen, H.-W. Liu (Eds.) Mander // Comprehensive natural products II chemistry and biology, Development & modification of bioactivity. — Vol. 3. — Elsevier, Oxford, UK. — 2010. — pp. 1085–1117.
18. Olechno, E. Influence of various factors on Caffeine Content in Coffee Brews / E. Olechno, A. Puścion-Jakubik, M. E. Zujko, K. Socha // Foods. — 2021. — № 10 (6) : 1208.
19. Ratnayake, W. M. N. Lipid content and composition of coffee brews prepared by different methods / W. M. N. Ratnayake, R. E. Hollywood, B. O'Grady, Stavric // Food and Chemical Toxicology. — 1993. — № 1 (4). — pp. 263–269.
20. Roussos, S. Biotechnological management of coffee pulp — isolation, screening, characterization, selection of caffeine-degrading fungi and natural microflora present in coffee pulp and husk / S. Roussos // Appl Microbiol Biotechnol. — 1995. — № 42. — pp. 756–762.
21. Rudel, L. L. Compared with dietary monounsaturated and saturated fat, polyunsaturated fat protects African green monkeys from coronary artery atherosclerosis / L. L. Rudel, J. S. Parks, J. K. Sawyer // Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. — 1995. — № 15 (12). — pp. 2101–2110.
22. San Martin, D. Spent coffee ground as second-generation feedstuff for dairy cattle / D. San Martin, M. Orive, B. Iñarra [et al.] // Biomass Conversion and Biorefinery. — 2021. — № 11. — pp. 589–599.
23. Seo, J. Evaluation of nutritional and economic feed values of spent coffee grounds and Artemisia princeps residues as a ruminant feed using in vitro ruminal fermentation / J. Seo, J. K. Jung, S. Seo // PeerJ. — 2015. — № 22 (3) : e1343.
24. Sikka, S. S. Effect of feeding spent coffee grounds on the feedlot performance and carcass quality of fattening pigs / S. S. Sikka, J. S. Chawla // Agricultural Wastes. — 1986. — № 8 (4). — pp. 305–308.
25. Souza, A. L. Coffee hulls in diets of dairy cows: nitrogenous compounds balance / A. L. Souza, R. Garcia, L. Cabral, F. S. Bernardino, J. T. Zervoudakis, F. C. Rocha [et al.] // Poultry Science. — 2004. — № 83. — P. 51.
26. Tokimoto, T. Removal of lead ions in drinking water by coffee grounds as vegetable biomass / T. Tokimoto, N. Kawasaki, T. Nakamura, J. Akutagawa, S. Tanada // Journal of Colloid and Interface Science. — 2005. — № 281. — pp. 56–61.
27. Widjaja, T. Methane Production from Coffee Pulp by Microorganism of Rumen Fluid and Cow Dung in Co-digestion / T. Widjaja, T. Iswanto, A. Altway, M. Shovitri, S. R. Juliastuti // Chemical Engineering Transactions. — 2017. — № 56. — pp. 1465–1470.
28. Brazilian Association of Coffee Industry. — Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC). — <https://www.abic.com.br>.
29. International Coffee Organization statistics (2023) Inventories of green coffee in selected importing countries. — Accessed 19 May 2024. — http://www.ico.org/new_historical.asp.

новых спиртов, 0,2–0,9% стеринов и до 0,8% полярных веществ [19]. Жирнокислотный состав представлен преимущественно линолевой, пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислотами [21]. В золе (1,6%) жмыха кофейного содержатся несколько минеральных веществ, преимущественно калий, а также фосфор и магний [14]. Кроме того, присутствуют фенольные соединения с доказанной антиоксидантной, антибактериальной, противовирусной, противовоспалительной и антиканцерогенной активностью для человека и животных [25].

Ограничение скармливания животным побочных продуктов переработки кофе обусловлено содержанием в них кофеина, дубильных веществ и алкалоидов, которые могут отрицательно влиять на их здоровье и вкусовые качества корма [27]. Тем не менее в ряде исследований показано, что жмых кофейный можно применять как функциональный компонент комбикорма (в определенном количестве) без негативного воздействия на продуктивность и здоровье животных. Возможность его использования в качестве кормового средства была продемонстрирована многими авторами. Их данные свидетельствуют о том, что жмых кофейный имеет как преимущества, так и недостатки, причем результаты существенно зависят от уровня ввода в рацион.

В экспериментах Е. Е. Bartley с соавт. и D. San Martin с соавт. установлено, что включение жмыха кофейного в рацион лактирующих коров не оказало негативного воздействия на потребление корма и продуктивность животных [3, 22]. В исследованиях J. Seo B. и Vatbekh с соавт. [4, 23], проведенных методом *in vitro*, отмечено увеличение синтеза летучих жирных кислот, важных эндогенных энергетических метаболитов для полигастрических животных. Это обусловлено наличием в побочных продуктах переработки кофе полифенолов и жирных кислот, которые обладают антимиотаногенным действием в рубце [5]. Авторы пришли к выводу, что химический состав и относительно низкая стоимость позволяют использовать жмых кофейный в качестве альтернативного источника корма в рационах крупного рогатого скота, заменяя традиционные виды жмыхов и шротов.

При применении жмыха кофейного в составе кормовых концентратов для лактирующих овец повышались удои молока и содержание молочного жира и белка за счет изменения характера ферментации в рубце, без ухудшения показателей пищевого поведения и снижения усвояемости питательных веществ [8]. По данным Carta S. и соавт., добавка данного жмыха в рацион лактирующих коз не оказала отрицательного влияния на их здоровье и живую массу, на молочную продуктивность и содержание в молоке белка, жира, лактозы. При этом у коз улучшился антиоксидантный статус крови, о чем свидетельствуют увеличение антиоксидантной способности железа и снижение уровня малонового диальдегида [6], который образуется в организме при деградации полиненасыщенных жиров активными формами кислорода и служит маркером

перекисного окисления жиров и оксидативного стресса [12]. Кроме того, произошли небольшие изменения в профиле жирных кислот молока, наблюдалось линейное увеличение содержания некоторых жирных кислот с разветвленной цепью, которые считаются биоиндикаторами микробной ферментации в рубце и микробного липогенеза *de novo*. Аналогичные результаты были получены в работе М. Casula с соавт.: использование жмыха кофейного в рационах лактирующих коз положительно влияет на уровень липидных метаболитов молока, что может иметь благоприятные последствия для потребителей [7].

В состав комбикорма для свиней жмых кофейный можно вводить в ограниченном количестве, не нанося вред здоровью животных [24]. В работе В.П. Тё экспериментально доказана эффективность его применения в качестве замены части компонентов в комбикормах для птицы. Данное кормовое средство способствовало улучшению качества яиц и мяса, повышению продуктивности кур-несушек, не оказало отрицательного влияния на продуктивность цыплят-бройлеров, рост и развитие молодняка, на переваримость и усвоение питательных веществ корма [1].

На основании анализа литературных источников авторами статьи сформулированы рекомендации по нормам

ввода жмыха кофейного в состав комбикормов для разных видов продуктивных животных. Они приведены в таблице.

Нормы ввода жмыха кофейного в состав комбикормов для разных видов продуктивных животных

Отрасль животноводства	% от сухого вещества комбикорма
Птицеводство	
<i>куры-несушки</i>	≤ 3,0
<i>молодняк</i>	≤ 1,0
<i>цыплята-бройлеры</i>	≤ 1,0
Овцеводство	≤ 3,0
Козоводство	≤ 3,0
Скотоводство	≤ 6,0
Свиноводство	≤ 2,0

Таким образом, химический состав и относительно низкая стоимость жмыха кофейного позволяют использовать его в качестве альтернативного кормового средства, заменяя в рационе традиционные виды жмыхов и шротов. Такой подход способствует повышению продуктивности и/или снижению затрат при производстве животноводческой продукции. ■