

Рапсовое масло и жмых в рационах цыплят-бройлеров в условиях Томской области

✉ Фахрутдинова Р.Ш.¹, Сыманович О.В.¹, Каракчиева Н.И.¹,
Афони́на И.А.², Кинсфатор О.А.², Сошников Т.А.³

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томск, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет
Новосибирск, Россия

³Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Томск, Россия

✉ e-mail: zootechnik_tshi@mail.ru

Поиск новых видов кормов для повышения конечной живой массы и снижения затрат комбикорма в процессе выращивания остается главной задачей на современном этапе развития бройлерного производства. В статье представлены результаты исследования химического состава и питательной ценности рапсового жмыха, которому уделяется особое внимание как основному компоненту комбикорма в финишный период откорма птицы. Цель данной работы заключалась в изучении откормочных и мясных качеств цыплят-бройлеров при замене в рационе мясной муки, подсолнечных шрота и масла на соевый шрот, рапсовые жмых и масло в тех же количествах. Качество корма, поедаемого птицей, оказывает большое влияние на показатели роста и затраты кормов. По результатам химических исследований установлено, что по энергетической и протеиновой питательности рапсовый жмых близок к соевому. Наилучшие показатели при этом были получены при включении в состав комбикорма жмыха и масла из рапса. Повышение сохранности цыплят-бройлеров составило 5,0%, увеличение живой массы – 290 г. Удалось достичь снижения затрат кормов на 1 кг прироста на 0,34 ед. и повышения индекса продуктивности на 2,1%. Важным показателем качества мясной продуктивности цыплят-бройлеров являются масса и выход съедобной части тушки. В опытной группе масса потрошеной тушки была выше на 8,58%, масса ее съедобной части – на 122 г. Использование в составе комбикорма рапсовых жмыха и масла способствовало снижению себестоимости 1 кг прироста живой массы, повышению прибыли на 16,02% и увеличению рентабельности производства мяса цыплят-бройлеров на 4,49%.

Ключевые слова: жмых и масло рапса, соевый шрот, живая масса, экономическая эффективность

Rapeseed oil and cake in the rations of broiler chickens in the conditions of the Tomsk region

✉ Fakhrutdinova R.Sh.¹, Symanovich O.V.¹, Karakchieva N.I.¹,
Afonina I.A.², Kinsfator O.A.², Soshnikova T.A.³

¹National Research Tomsk State University
Tomsk, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University
Novosibirsk, Russia

³Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
Tomsk, Russia

✉ e-mail: zootechnik_tshi@mail.ru

The search for new types of feed to increase the final live weight and reduce the cost of feed for growing remains the main issue at the current stage of development of broiler production. The article presents the results of a study of the chemical composition and nutritional value of rapeseed cake, which receives special attention as the main component of compound feed in the finishing period of poultry fattening. The purpose of this work was to study the fattening and meat qualities of poultry when replacing sunflower meal, sunflower oil and meat meal in the diet with rapeseed cake, rapeseed oil and soybean meal in the same quantities. The quality of the feed eaten by the poultry has a great impact on the growth and feed costs indicators. According to the results of chemical studies it was

found that the energy and protein nutritional value of rapeseed cake is close to soybean cake. The best results were obtained with the inclusion of rapeseed cake and oil in the compound feed. Thus, the viability of broiler chickens increased by 5.0%; live weight increased by 290 g. It was possible to achieve a reduction in feed costs per 1 kg of gain by 0.34 units and an increase in the productivity index by 2.1%. An important indicator of the quality of meat productivity of broiler chickens is the weight and yield of the edible part of the carcass. Thus, the mass of the gutted carcass was higher in the experimental group by 8.58% and the edible parts of the broiler carcass of the experimental group were higher by 122 g. The use of rapeseed cake and oil in the compound feed contributed to a decrease in the cost of 1 kg of live weight gain of broiler chickens and an increase in profit by 16.02% and an increase in the profitability of broiler meat production by 4.49%.

Keywords: rapeseed cake and oil, soybean meal, live weight, economic efficiency

Для цитирования: Фахрутдинова Р.Ш., Сыманович О.В., Каракчиева Н.И., Афонина И.А., Кинсфатор О.А., Сошникова Т.А. Рапсовое масло и жмых в рационах цыплят-бройлеров в условиях Томской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 8. С. 86–94. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-8-9>

For citation: Fakhrutdinova R.Sh., Symanovich O.V., Karakchieva N.I., Afonina I.A., Kinsfator O.A., Soshnikova T.A. Rapeseed oil and cake in the rations of broiler chickens in the conditions of the Tomsk region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2025, vol. 55, no. 8, pp. 86–94. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-8-9>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из причин, сдерживающих рост продуктивности птицы, является дефицит белковых компонентов в комбикормах, что ведет к перерасходу кормов и увеличению стоимости производимой продукции. В настоящее время в качестве источника растительного белка наиболее широко используются бобовые и масличные культуры. В связи с этим тематика проведенного нами исследования достаточно актуальна, имеет теоретическую и практическую значимость.

Объемы производства в птицеводстве ввиду повышения спроса на мясо птицы и изготовленные на его основе мясoproductы ежегодно увеличиваются. По данным прогноза, годовое производство бройлеров в мире в 2025 г. составит около 105,26 млн т [1–3].

Режим кормления и состав корма имеют важное значение, влияют на показатели роста и крови, выход тушки и качество мяса цыплят-бройлеров, а также на органолепти-

ческие, питательные и технологические свойства получаемой продукции. В настоящее время существует потребность в использовании альтернативных кормовых ресурсов и их оценке с точки зрения поддержания общего состояния здоровья птицы и оптимизации производства.

В условиях промышленного производства Западной Сибири для кормления цыплят-бройлеров применяют полнорационный комбикорм, позволяющий обеспечить потребности птицы в энергии, питательных веществах и витаминах. В состав комбикорма включают зерновое сырье, минеральные добавки, мясную и рыбную муку, жидкие растительные масла (подсолнечное, соевое), что значительно повышает себестоимость производимой мясной продукции.

Протеин и жир – наиболее важные компоненты в рационе птицы. В процессе пищеварения белок расщепляется до аминокислот, которые влияют на рост, продуктивность и иммунитет птицы¹⁻³. Наиболее часто в каче-

¹Carre B., Meda B. Cross relationships between growth performance, growth composition and feed composition in broiler chickens, calculated from published data // *Poultry Science*. 2015. N 94 (9). P. 2191–2201.

²Уша Б.В., Андрианова Т.Г. Использование соевого белка для улучшения качественных характеристик мяса цыплят-бройлеров // *Современные наукоемкие технологии*. 2005. № 11. С. 91–93.

³Егоров И.А. Современные подходы к кормлению птицы // *Птицеводство*. 2014. № 4. С. 11–16.

стве основного источника белка используют растительные кормовые добавки, полученные из масличных культур. Входящий в состав комбикорма жир дает энергию, что важно для быстрорастущей птицы.

Решить проблему пополнения дефицита сырого протеина и жира в рационе бройлеров можно за счет введения рапсовых жмыха и масла, которые положительно влияют на переваримость питательных веществ, состав микрофлоры кишечника и рост мышечной ткани [4–6]. Также в качестве источника белка в рационе кормления цыплят-бройлеров применяют соевый шрот. При этом рекомендуется использовать измельченный шрот с размером частиц 625 и 1406 мкм для улучшения переваримости белка в подвздошной кишке за счет большей поверхности контакта и уменьшения скорости прохождения [7–9].

В странах с развитым птицеводством проблему недостатка растительного масла решают увеличением объемов производства рапсового масла. Мировое производство масличных культур в 2020–2022 гг. составило 600,47 млн т, что свидетельствует о больших объемах жмыха и остатков экстракции масла, которые можно включить в состав комбикорма [10–12].

Цель данной работы заключалась в изучении откормочных и мясных качеств птицы при замене в рационе кормления мясной муки, подсолнечных шрота и масла на соевый шрот, рапсовые жмых и масло в тех же количествах.

Задачи исследования:

- 1) изучить химический состав и питательность рапсового жмыха;
- 2) исследовать биохимические показатели крови цыплят-бройлеров;
- 3) определить мясные показатели птицы.

В статье впервые изучено совместное действие растительных кормов из рапса и сои на продуктивные показатели цыплят-бройлеров.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись цыплята-бройлеры 25–40-дневного возраста кросса РОСС-308. В процессе эксперимента птица была разделена на две группы – кон-

трольную и опытную (см. табл. 1). Общее количество цыплят составило 70 000 гол. Повторность опыта трехкратная.

Представители контрольной и опытной групп выращивались в клетках при плотности посадки 25 гол./м², температуре воздуха в помещении 16–18 °С, круглосуточном освещении с интенсивностью 10–15 лк.

Для кормления контрольной группы использовали стандартный финишный комбикорм марки ПК-6 на основе зерна пшеницы (60%) с добавлением подсолнечного шрота (10%), мясной муки (8%), пшеничных отрубей (6%), подсолнечного масла (2%). В состав комбикорма опытной группы были введены рапсовые жмых (10%) и масло (2%) взамен шрота из семян подсолнечника, а также соевый шрот (8%) – взамен мясной муки.

Во время эксперимента осуществляли контроль за сохранностью птицы путем учета павшего и выбракованного молодняка. Для биохимических исследований был проведен забор крови натошак в 25- и 40-дневном возрасте из подкрыльцовой (подмышечной) вены (стабилизировали кровь 1%-м раствором гепарина, 2 капли/100 мл). Количество эритроцитов и лейкоцитов определяли на автоматизированном микроскопе МЕКОС-Ц2 (Россия), гемоглобина – гемоглобинцианидным методом с использованием спектрофо-

Табл. 1. Схема исследования

Table 1. Research scheme

Группа	Число голов	Условия проведения исследования
Контрольная	35 000	Финишный комбикорм марки ПК-6: зерно пшеницы – 60%; шрот подсолнечный – 10%; мука мясная – 8%; отруби пшеничные – 6%; масло подсолнечное – 2% Доза – 250 г/гол. в сутки
Опытная	35 000	Финишный комбикорм марки ПК-60: зерно пшеницы – 60%; жмых рапсовый – 10%; шрот соевый – 8%; отруби пшеничные – 6%; масло рапсовое – 2% Доза – 250 г/гол. в сутки

тометра. Определение биохимических показателей сыворотки крови цыплят-бройлеров (концентрация общего белка, содержание глюкозы, фосфора и кальция) проводили на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Stat Fax 1904 PLUS (США).

Живая масса цыплят-бройлеров определена путем индивидуального взвешивания утром до кормления в 25-дневном возрасте и перед убоем. По результатам взвешивания установлены среднесуточный, абсолютный и относительный приросты. В убойном цехе помеченная птица была оглушена, обескровлена и выпотрошена. Затем были определены следующие показатели: выход тушки, выход съедобных и несъедобных частей, выход мышц и европейский индекс продуктивности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным химических исследований, по сравнению с подсолнечным шротом в рапсовом жмыхе содержание сырого протеина выше на 1,45% ($p \leq 0,05$), сырого жира – ниже на 5,66%, сырой клетчатки – меньше на 28,58% ($p \leq 0,05$) (см. рис. 1).

Согласно полученным результатам, гематологические и биохимические показатели

крови всех цыплят-бройлеров находились в пределах физиологической нормы. Показатели крови птицы в начале опыта (25 дней) в контрольной и опытной группах не имели достоверных различий (см. рис. 2).

По данным рис. 2, к убойному периоду (40 дней) отмечено положительное влияние на обменные процессы в организме цыплят-бройлеров благодаря введению в состав комбикорма соевого шрота, рапсовых жмыха и масла. Так, у представителей опытной группы количество эритроцитов оказалось выше на 8,23% ($p \leq 0,05$), концентрация гемоглобина увеличилась на 11,21% ($p \leq 0,05$) относительно контроля.

Установлено, что по содержанию общего белка в крови цыпленка-бройлера опытной группы превосходили на 18,64% ($p \leq 0,05$) показатели контрольной птицы. О повышении углеводного обмена в организме представителей опытной группы свидетельствует увеличение в их крови концентрации глюкозы на 26% по сравнению с контролем.

Европейский индекс продуктивности цыплят-бройлеров отражает показатели живой массы, сохранности и затрат кормов (конверсии).

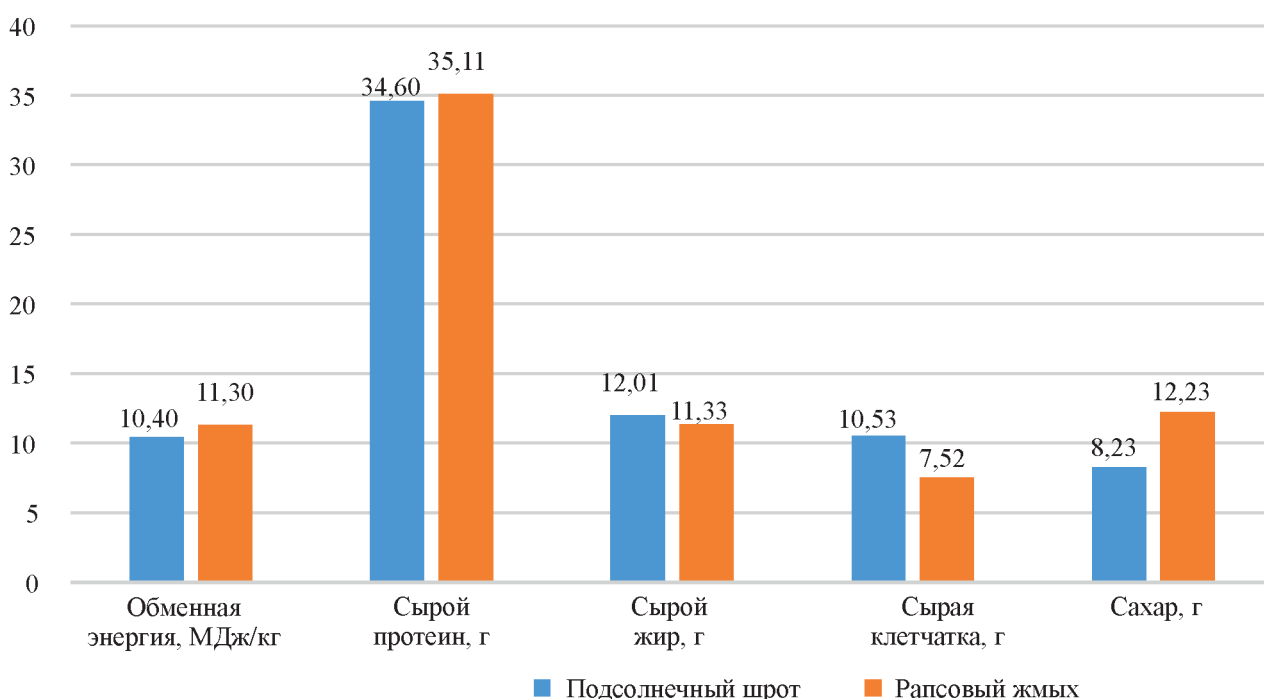


Рис. 1. Химический состав рапсового жмыха и подсолнечного шрота

Fig. 1. Chemical composition of rapeseed cake and sunflower meal

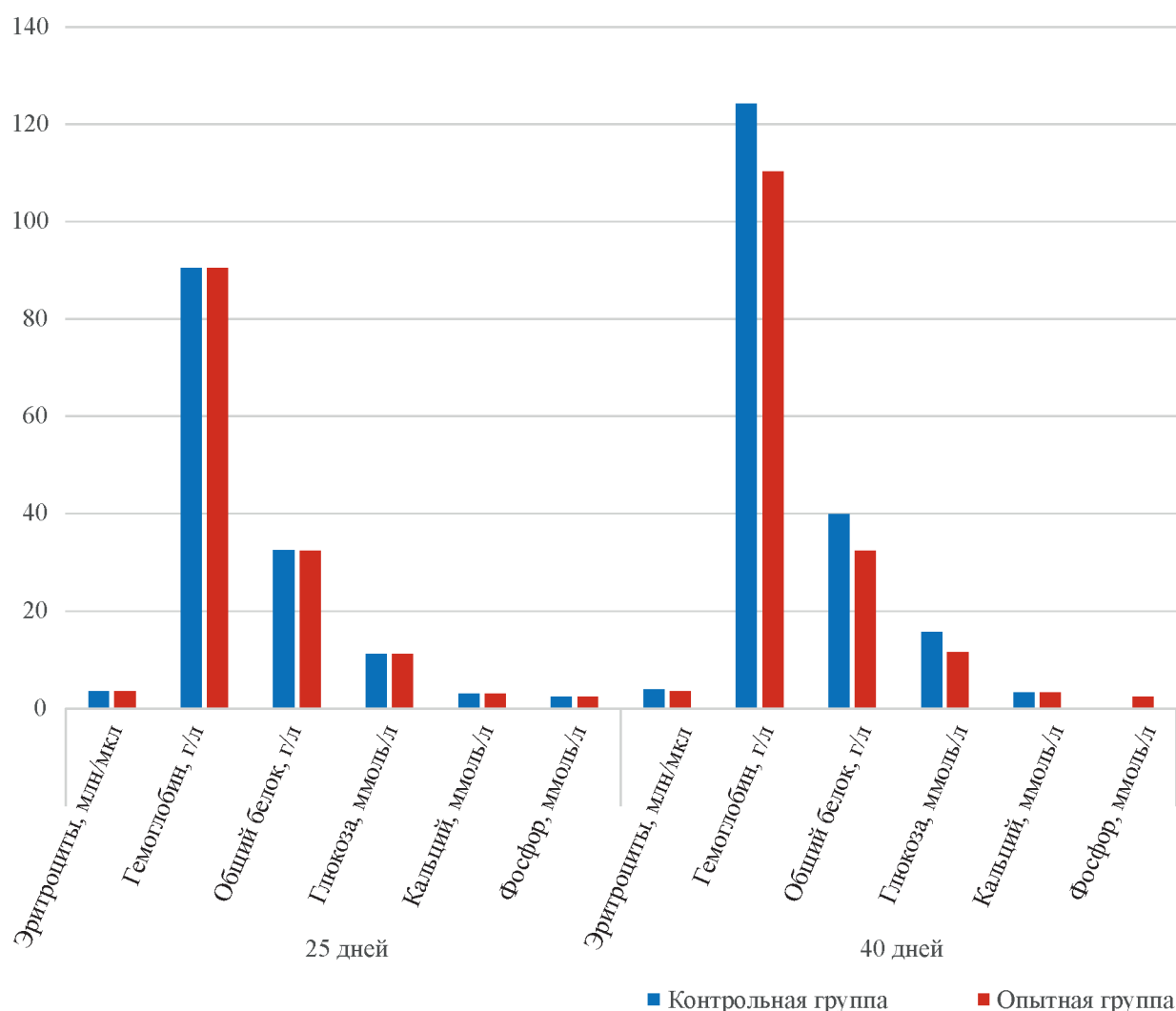


Рис. 2. Гематологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров ($p \leq 0,05$)

Fig. 2. Hematological and biochemical parameters of blood of broiler chickens ($p \leq 0,05$)

По данным исследования, включение в состав комбикорма рапсовых жмыха и масла, а также соевого шрота способствовало повышению живой массы на 161 г ($p \leq 0,05$) отно-

сительно контроля, снижению затрат кормов на 1 кг прироста на 0,10 ед. ($p \leq 0,05$), повышению индекса продуктивности на 34 ед. ($p \leq 0,05$) (см. табл. 2).

Табл. 2. Продуктивные показатели цыплят-бройлеров ($p \leq 0,05$)

Table 2. Productive indicators of broiler chickens ($p \leq 0,05$)

Группа	Живая масса, г		Европейский индекс продуктивности	Конверсия корма, кг/кг
	в начале периода (25 дней)	в конце периода (40 дней)		
Контрольная	1254,3 ± 0,03	2654,0 ± 0,04	231 ± 0,03	2,50 ± 0,03
Опытная	1254,5 ± 0,03	2815,0 ± 0,04	265 ± 0,03	2,40 ± 0,03

Важным показателем мясной продуктивности цыплят-бройлеров является выход съедобной части тушки. Так, в опытной группе масса потрошенной тушки была выше на 6,16% ($p \leq 0,05$), масса съедобной части тушки – выше на 6,82% ($p \leq 0,05$), чем в контроле (см. рис. 3). В опытной группе получено больше качественных тушек, так как там

доля тушек 1-й категории была выше на 20% относительно контроля (см. рис. 4).

По имеющимся данным, снижение себестоимости 1 кг прироста живой массы цыплят-бройлеров опытной группы составило 3 р. (2,6%) по сравнению с контрольной группой, что способствовало повышению прибыли на 16,51% и увеличению рентабельности производства мяса на 4,72% (см. табл. 3).

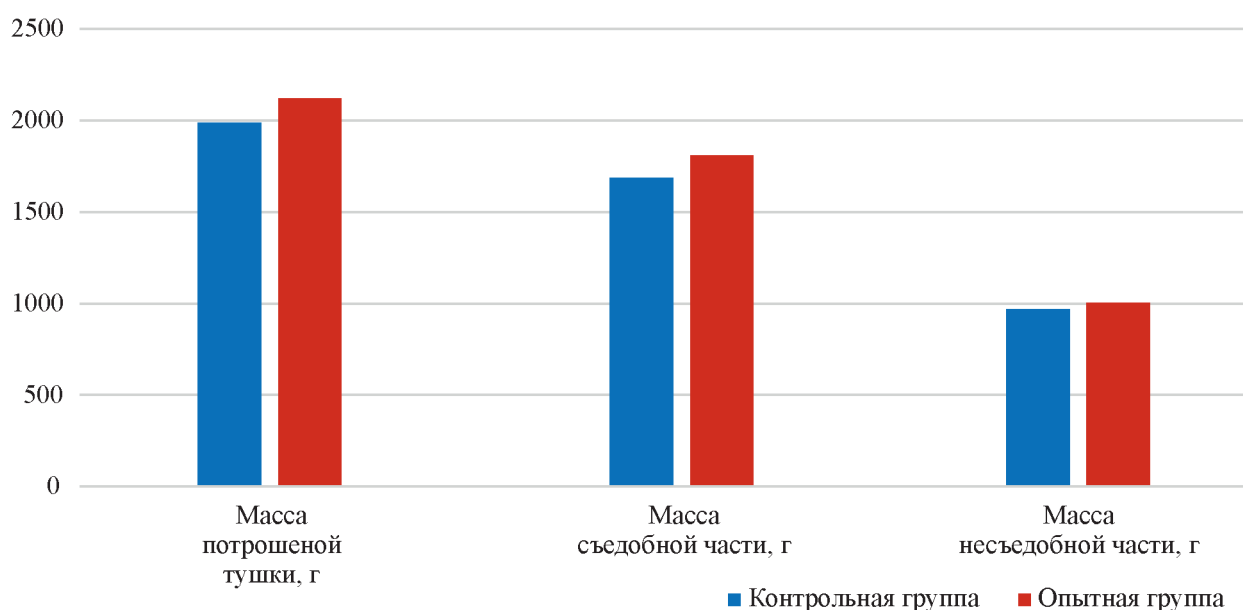


Рис. 3. Показатели убойного выхода ($p \leq 0,05$)

Fig. 3. Slaughter yield indicators ($p \leq 0,05$)

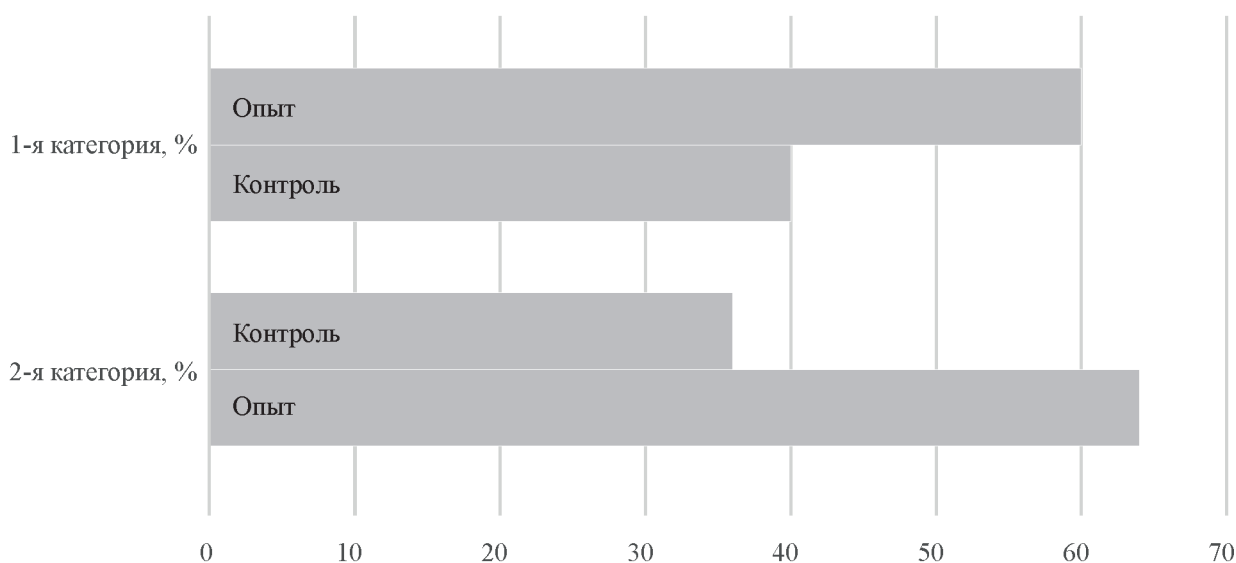


Рис. 4. Соотношение тушек 1-й и 2-й категорий качества ($p \leq 0,05$)

Fig. 4. Ratio of carcasses of the 1st and 2nd quality categories ($p \leq 0,05$)

Табл. 3. Показатели эффективности выращивания цыплят-бройлеров

Table 3. Performance indicators of broiler chicken growing

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Число голов	35 000	35 000
Число голов с учетом сохранности	30 590	31 675
Живая масса, г:		
в начале периода	1254,3 ± 0,03	1254,5 ± 0,03
в конце периода	2654,0 ± 0,04	2815,0 ± 0,04
Продолжительность выращивания, сут	15	15
Среднесуточный прирост живой массы, г	93,31 ± 0,25	104,0 ± 0,25
Валовая живая масса за период откорма, тыс. кг	42,815	49,556
Себестоимость 1 кг живой массы, р.	114,26	111,26
Общая себестоимость, тыс. р.	4892,042	5513,600
Цена реализации, р.	200,0	200,0
Общая реализационная стоимость мяса, тыс. р.	8563,00	9911,20
Прибыль, тыс. р.	3670,958	4397,600
Рентабельность производства, %	75,04	79,76

ВЫВОДЫ

1. Рапсовый жмых по сравнению с подсолнечным характеризуется большим содержанием сырого протеина (+ 1,45%, $p \leq 0,05$), обменной энергии (+ 7,96%) и сахаров (+ 32,71%).

2. Жмых из подсолнечника содержит больше сырого жира (+ 5,66%) и сырой клетчатки (+ 28,58%), чем рапсовый жмых.

3. В результате введения в рацион кормления цыплят-бройлеров соевого шрота, рапсовых жмыха и масла концентрация общего белка в крови представителей опытной группы превосходила на 18,64% ($p \leq 0,01$) этот показатель контрольной группы. Об активизации углеводного обмена в организме цыплят-бройлеров опытной группы свидетельствует увеличение в их крови концентрации глюкозы (+ 26% по сравнению с контролем).

4. Включение в состав комбикорма рапсовых жмыха и масла, а также соевого шрота способствовало повышению живой массы цыплят-бройлеров опытной группы на 161 г ($p \leq 0,05$), снижению затрат кормов на 1 кг прироста на 4% ($p \leq 0,05$) и повышению индекса продуктивности на 34 ед. ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем.

5. Масса потрошенной тушки оказалась выше в опытной группе на 6,12% ($p \leq 0,05$) относительно контроля. Также в опытной группе была выше масса съедобных частей тушки на 6,81% ($p \leq 0,05$).

6. В опытной группе получено больше качественных тушек: доля тушек 1-й категории была выше на 20%.

7. Снижение себестоимости 1 кг живой массы цыплят-бройлеров опытной группы составило 3 р. (2,6%) по сравнению с контролем, что способствовало повышению прибыли на 16,52%, увеличению рентабельности производства мяса на 4,72%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Arrutia F., Binner E., Williams P., Waldron K.W. Oilseeds beyond oil: Press cakes and meals supplying global protein // *Trends in Food Science & Technology*. 2020. N 100. P. 88–102. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.03.044.
2. Baeza E., Guillier L., Petracci M. Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes // *Animal*. 2022. Vol. 16. P. 100331. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100331.
3. Басова Е.А., Ядрищенская О.А., Шпынова С.А., Селина Т.В. Перспективные масличные культуры в рационе птицы // *Эффективное животноводство*. 2021. № 9 (175). С. 113–115.
4. Kim W.K., Singh A., Wang J., Applegate T. Functional role of branched chain amino acids in poultry: a review // *Poultry Science*. 2022. N 101 (5). P. 101715. DOI: 10.1016/j.psj.2022.101715.
5. Maharjan P., Martinez D.A., Weil J., Suesuttajit N. Physiological growth trend of current meat broilers and dietary protein and energy management approaches for sustainable broiler production: review // *Animal*. 2021. N 15 (3). P. 100284. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100284.
6. Marx F.O., Massuquetto A., Bassi L., Krabbe E. Different soybean meal particle sizes on growth performance, nutrient ileal digestibility, digestible energy, and carcass yield of broiler chickens // *Livestock Science*. 2021. N 247. P. 104467. DOI: 10.1016/j.livsci.2021.104467.
7. Milosevic N., Stanacev V., Peric L., Zikic D. Use extruded rapeseed meal in the feed of broiler chickens // *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2021. N 27 (4). P. 1681–1687. DOI: 10.2298/BAH1104681M.
8. Olukomaya O., Fernando Ch., Li X., Mereddy R. Solid-state fermented plant protein sources in the diets of broiler chickens: review // *Animal Nutrition*. 2019. N 5 (4). P. 319–330. DOI: 10.1016/j.aninu.2019.05.00.
9. Рудой Е.В., Петухова М.С. Растениеводство в России к 2030 году: альтернативные сценарии развития // *Краткие сведения*. 2020. № 4. С. 23–28.
10. Лиссон С. Питательность корма и качество тушек бройлеров // *Птицеводство*. 2022. № 6. С. 35–39.
11. Околелова Т.М. Повышение эффективности рационов для бройлеров // *Комбикорма*. 2022. № 2. С. 53–59.
12. Панин И.Г. Оптимизация рационов для промышленной птицы // *Комбикорма*. 2020. № 7. С. 31–32.

REFERENCES

1. Arrutia F., Binner E., Williams P., Waldron K.W. Oilseeds beyond oil: Press cakes and meals supplying global protein. *Trends in Food Science & Technology*, 2020, no. 100, pp. 88–102. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.03.044.
2. Baeza E., Guillier L., Petracci M. Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. *Animal*, 2022, vol. 16, p. 100331. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100331.
3. Basova E.A., Yadrishchenskaya O.A., Shpynova S.A., Selina T.V. Promising oilseeds in the poultry diet. *Effektivnoe zhivotnovodstvo = Efficient Animal Husbandry*, 2021, no. 9 (175), pp. 113–115. (In Russian).
4. Kim W.K., Singh A., Wang J., Applegate T. Functional role of branched chain amino acids in poultry: a review. *Poultry Science*, 2022, no. 101 (5), p. 101715. DOI: 10.1016/j.psj.2022.101715.
5. Maharjan P., Martinez D.A., Weil J., Suesuttajit N. Physiological growth trend of current meat broilers and dietary protein and energy management approaches for sustainable broiler production: review. *Animal*, 2021, no. 15 (3), p. 100284. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100284.
6. Marx F.O., Massuquetto A., Bassi L., Krabbe E. Different soybean meal particle sizes on growth performance, nutrient ileal digestibility, digestible energy, and carcass yield of broiler chickens. *Livestock Science*, 2021, no. 247, p. 104467. DOI: 10.1016/j.livsci.2021.104467.
7. Milosevic N., Stanacev V., Peric L., Zikic D. Use extruded rapeseed meal in the feed of broiler chickens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2021, no. 27 (4), pp. 1681–1687. DOI: 10.2298/BAH1104681M.
8. Olukomaya O., Fernando Ch., Li X., Mereddy R. Solid-state fermented plant protein sources in the diets of broiler chickens: review. *Animal Nutrition*, 2019, no. 5 (4), pp. 319–330. DOI: 10.1016/j.aninu.2019.05.00.
9. Rudoy E.V., Petukhova M.S. Crop production in Russia by 2030: alternative development scenarios. *Kratkie svedeniya = Brief information*, 2020, no. 4, pp. 23–28. (In Russian).
10. Lisson S. Nutritional value of feed and quality of broiler carcasses. *Ptitsevodstvo = Poultry Farming*, 2022, no. 6, pp. 35–39. (In Russian).
11. Okolelova T.M. Improving the efficiency of rations for broilers. *Kombikorma = Compound Feeds*, 2022, no. 2, pp. 53–59. (In Russian).
12. Panin I.G. Optimization of rations for industrial poultry. *Kombikorma = Compound Feeds*, 2020, no. 7, pp. 31–32. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Фахрутдинова Раиса Шакирьяновна**, доцент кафедры, кандидат сельскохозяйственных наук; SPIN-код 5973-9801; **адрес для переписки:** Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, 36; e-mail: zootehnik_tshi@mail.ru

Сыманович Оксана Викентьевна, доцент кафедры, кандидат сельскохозяйственных наук; SPIN-код 3096-0070

Каракчиева Наталья Ивановна, старший научный сотрудник, кандидат химических наук; SPIN-код 8210-4325

Афони́на Ирина Анатольевна, заведующая кафедрой, кандидат биологических наук; SPIN-код 8503-7260

Кинсфатор Ольга Александровна, доцент кафедры, кандидат сельскохозяйственных наук; SPIN-код 9553-0847

Сошникова Татьяна Александровна, доцент кафедры, кандидат биологических наук, доцент; SPIN-код 5160-9677

AUTHOR INFORMATION

✉ **Raisa Sh. Fakhrutdinova**, Assistant Professor, Candidate of Science in Agriculture; SPIN-code 5973-9801; **address:** 36, Lenina ave., Tomsk, 634050, Russia; e-mail: zootehnik_tshi@mail.ru

Oksana V. Symanovich, Assistant Professor, Candidate of Science in Agriculture; SPIN-code 3096-0070

Natalia I. Karakchieva, Senior Researcher, Candidate of Science in Chemistry; SPIN-code 8210-4325

Irina A. Afonina, Department Head, Candidate of Science in Biology; SPIN-code 8503-7260

Olga A. Kinsfator, Assistant Professor, Candidate of Science in Agriculture; SPIN-code 9553-0847

Tatiana A. Soshnikova, Assistant Professor, Candidate of Science in Biology, Associate Professor; SPIN-code 5160-9677

Дата поступления статьи / Received by the editors 20.12.2024
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 03.03.2025
Дата публикации / Published 15.09.2025