

Оценка эффективности производства и использования экспандированных комбикормов

Валерий А. Афанасьев¹ vnii_kp@mail.ru
Юнус А. Джабаев² u.dzhabaev@mcx.ru

¹ кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронеж. гос. ун-т. инж. техн., пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394066, Россия

² Министерство сельского хозяйства РФ, департамент научно-технологической политики и образования, г. Москва, Россия

Реферат. В результате выполнения программы Союзного государства «Разработка перспективных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий и оборудования для производства биологически полноценных комбикормов» была разработана инновационная технология экспандированных комбикормов, включающая следующие основные операции: кондиционирование рассыпного комбикорма; экспандирование пропаренной смеси; гранулирование экспандированного комбикорма; охлаждение экспандированного комбикорма; измельчение охлажденного экспандированного комбикорма; классификация продуктов размола или гранул. Была разработана технологическая линия для производства экспандированных комбикормов в рассыпном виде, гранулированном и в виде крупки из гранул. Эффективность использования комбикормов цыплятами показала повышенный выход мяса у цыплят 3 й группы (69,5%) по сравнению с контрольной и 4 й опытной (67,6 и 67,3%). Кроме того, цыплята 2 й группы имели наибольшую массу внутреннего жира (34,2 г) по сравнению с остальными группами. Анализ данных по яйценоскости кур-несушек показывает, что яйценоскость кур за опытный период составляла в группах 61,1–66,6 яиц на 1 курицу и зависела от технологии приготовления комбикорма. При этом указанный показатель был наиболее высоким у кур четвертой группы, получавшей крупку из гранул, и на 9% был выше по сравнению с контрольной группой. При скормлении курам-несушкам экспандированных комбикормов и гранулированных в виде крупки яиц яйценоскость за 90 дней учётного периода составила 63,6–66,6 яиц, интенсивность яйцекладки 84,8–88,8%, выход яичной массы 4,2–4,4 кг при затрате корма на 10 яиц 1,64–1,71 кг и 1 кг яичной массы 2,53–2,57 кг. Выполненный расчёт экономического эффекта от производства и использования экспандированных комбикормов применительно к выращиванию бройлеров составил 4 512 900 руб.

Ключевые слова: технология, экспандирование, комбикорм, экономический эффект

Production and usage efficiency estimation of expanded mixed fodders

Valerij A. Afanasiev,¹ vnii_kp@mail.ru
Junus A. Dzhabaev² u.dzhabaev@mcx.ru

¹ bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia

² Ministry of agriculture of Russian Federation, department of a scientifically-technological policy and education, Moscow, Russia

Summary. As a result of Union State (Russia and Byelorussia) program conducting “Progressive resource-saving eco-friendly technologies and equipment for biologically completed mixed fodders development” innovative technology for mixed fodders expanding, including following basic operations: air-conditioning of grain-shaped mixed fodders; expanding of steamed mix; granulation of expanded mixed fodders; cooling of expanded mixed fodders; crushing of cooled expanded mixed fodders; classification of crush products or granules was developed. Production line for expanded mixed fodder of grain shape, granulated and small granules was developed. Efficiency of use of mixed fodders for chickens has shown the raised yield of meat for chickens of 3rd group (69.5%) in comparison with blank and 4th group (67.6 and 67.3%). Besides, chickens of 2nd group had the greatest weight of internal fat (34.2 g) in comparison with other groups. The analysis of the data on eggs-laying of hens shows that eggs-laying of hens for the experimental period was in groups 61.1–66.6 eggs per 1 hen and depended on technology of mixed fodder preparation. However specified indicator was the highest for hens of the fourth group receiving small granules, and it was 9% above the blank group. At feeding expanded mixed fodders and small granules to hens-layers eggs-laying for 90 days of the registration period was 63.6–66.6 eggs, intensity of eggs-laying was 84.8–88.8%, the yield of egg weight was 4.2–4.4 kg at an expense of a forage for 10 eggs of 1.64–1.71 kg and 1 kg of egg weight of 2.53–2.57 kg. The conducted calculation of economic benefit of manufacture and use of expanded mixed fodders with application to growing of broilers was 4 512 900 rub.

Keywords: technology, expanding, mixed fodder, economic benefit

Введение

Многие хозяйства используют в кормлении животных зернофураж в чистом виде или в виде простых зерносмесей, что снижает продуктивность животных и конверсию корма и повышает себестоимость животноводческой продукции [2]. Кроме того, наблюдается нарушение энергетического и углеводно-жирового обмена, снижается продуктивность, возникают проблемы с воспроизводством. Это обусловлено тем, что недостаточно хорошо разработана технология, позволяющая реализовать глубокие физико-химические изменения в белково-углеводном комплексе при гидротермической обработке. Поэтому несбалансированность кормов

является серьёзной проблемой, сдерживающей развитие животноводства [1]. При этом снижается продуктивность животных, понижается конверсию корма и возрастает себестоимость животноводческой продукции.

Известно, что потребность в комбикормах в России только для сельскохозяйственных организаций составила в 2012 г. – 30,4 млн тонн, а приведённый прогноз их потребности в 2016 г. ориентировочно будет составлять 35,5 млн тонн, а в 2020 г. – 40,7 млн тонн.

Для повышения питательной ценности и доброкачественности комбикормов рекомендуется такой способ обработки, как экспандирование [2]. Его внедрение в комбикормовую промышленность позволит во многом решить

Для цитирования

Афанасьев В. А., Джабаев Ю. А. Оценка эффективности производства и использования экспандированных комбикормов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 313–320. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-313-320

For citation

Afanasiev V. A., Jabaev Y. A. Production and usage efficiency estimation of expanded mixed fodders. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 313–320. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-313-320

проблему сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных.

Материалы и методы исследований.

При выполнении программы Союзного государства «Разработка перспективных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий и оборудования для производства биологически полноценных комбикормов» были разработаны технологии и оборудование (пропариватель, кондиционер, экспандер и др.) для производства экспандированных комбикормов, а также разработана линия для производства экспандированного комбикорма (рисунок 1), реализующая следующие три ресурсосберегающие технологии экспандированных комбикормов:

— технология получения экспандированного комбикорма в рассыпном виде, которая обеспечивает повышение питательности комбикорма за счёт частичного гидролиза крахмала, сохранность вводимых с премиксом биологически активных веществ, способствует уничтожению болезнетворных бактерий, патогенной микрофлоры, плесени и др.;

— технология получения экспандированного комбикорма в гранулированном виде обеспечивает снижение содержания мелкой фракции по сравнению с рассыпным продуктом на 15–20%, сокращает потери и пылеобразование при последующем транспортировании, складировании, раздаче и потреблении животными и птицей, повышает объёмную массу комбикорма на 20–25%, что увеличивает эффективность использования объёма хранилищ;

— технология получения экспандированного комбикорма в виде крупки обеспечивает получение экологически чистого корма требуемой крупности для молодняка птицы, цыплят-бройлеров, кур-несушек, рыбы, поскольку производство мелких гранул ($\varnothing 2$ или 3 мм) экономически неоправданно из-за малой производительности пресс-гранулятора и больших энергозатрат.

В состав линии для производства экспандированных комбикормов в рассыпном, гранулированном и в виде крупки из гранул (рисунок 1) входят: накопительный бункер 1; шнековый питатель 2; магнитная колонка 3; кондиционер-

смеситель 4; экспандер 5 с запирающим конусом 6; структуратор 7; шнековый питатель 8; пресс-гранулятор 9; охлаждающая колонка 10; валковый измельчитель 11.

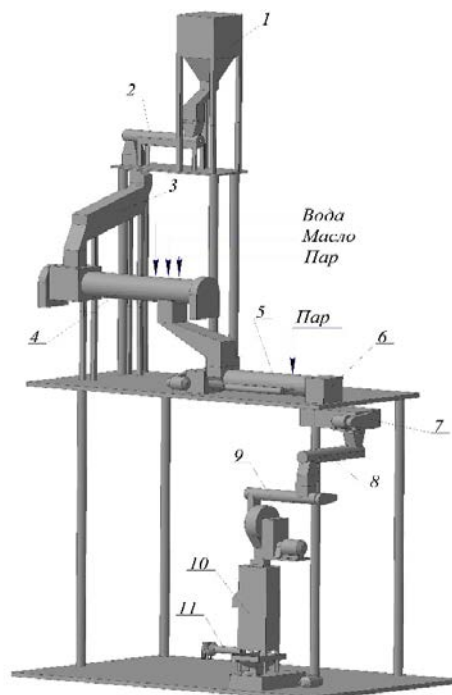


Рисунок 1. Технологическая схема линии экспандирования рассыпных комбикормов: 1 – накопительный бункер; 2 – шнековый питатель; 3 – магнитная колонка; 4 – кондиционер-смеситель; 5 – экспандер; 6 – запирающий конус; 7 – структуратор; 8 – шнековый питатель; 9 – пресс-гранулятор; 10 – охлаждающая колонка; 11 – валковый измельчитель

Figure 1. Technological scheme of expansion of bulk animal feed lines: 1 – storage bin; 2 – screw feeder; 3 – magnetic column; 4 – air conditioning-mixer; 5 – expander; 6 – locking cone; 7 – structurator; 8 – a screw feeder; 9 – pellet press; 10 – cooling column; 11 – roller crusher

Технологические параметры процесса экспандирования приведены в таблице 1. Подачу воды в кондиционер осуществляли в количестве не более 0,5% для получения оптимальной влажности. Температуру продукта в кондиционере меняли в пределах от 70 до 80 °С, на выходе из экспандера – от 100 до 105 °С.

Таблица 1.

Технологические параметры процесса экспандирования

Table 1.

The technological parameters of the process expansion

Технологические параметры / Technological parameters	Значения / Values
Нагрузка на электродвигатель экспандера, А / The load on the motor of the expander, A	200
Производительность экспандера, т/ч / The performance of the expander, ton/hr	10
Температура пропаренного комбикорма в кондиционере, °С / The temperature of the steamed feed, °C	80
Температура продукта на выходе из экспандера, °С / The product temperature at the exit of the expander, °C	100–105
Давление запирающего конуса, МПа / Pressure locking cone, MPa	1,0–1,5
Продолжительность обработки в экспандере, с / The duration of treatment in the expander, s	~5

Использование экспандера позволяет вводить в гранулированные комбикорма до 20% жира и до 20% мелассы. В экспандере достигается давление до 10,0 МПа и температура – до 120 °С, продолжительность обработки составляет 5–20 с. Под действием влаги и теплоты происходит клейстеризация крахмала, крахмальные зерна разрываются и переходят в более усвояемую форму.

При обработке в экспандере наблюдается частичная денатурация белка, что должно способствовать его лучшему усвоению. Как показали исследования, обработка в экспандере уменьшает бактериальную обсеменённость, полностью уничтожает колиобразные бактерии, кишечную палочку, плесневые грибы и сальмонеллы.

Отмечено, что разрушение жирорасщепляющих ферментов при экспандировании повышает срок хранения комбикормов, сохраняет их вкусовые качества. При подаче воды в кондиционер (0,5%) температура кондиционирования и экспандирования комбикормов снижается на 5–10 °С.

Экспандирование обеспечивает следующие преимущества: ввод большого количества жидких компонентов – масла, жира, мелассы и др.; устранение вредных для питания компонентов; улучшение качества и усвояемости комбикормов; более высокую производительность пресса для гранулирования; лучшее качество гранул; использование более дешевого и сложного для гранулирования сырья [3].

Исследования эффективности экспандированного комбикорма проводились на цыплятах-бройлерах кросса Смена-2. По окончании опыта в 42 дня цыплята контрольной группы имели живую массу 1696 г., 2-й группы – 1764 г., 3-й группы – 1824 г., 4-й группы – 1680 г. При этом лучшие результаты, как и в предыдущий период выращивания, имели цыплята 3-й группы, получавшие гранулированный экспандат.

Среднесуточный прирост живой массы цыплят составил 47,6 г, что на 7,9% выше, чем в контрольной группе. Следует отметить, что цыплята 4-й группы, получавшие гранулированный комбикорм традиционной технологии, по показателям продуктивности вначале отставали от контрольной группы. Однако к 49 дням показатели продуктивности этих цыплят улучшились: живая масса составила 2135 г., среднесуточный прирост живой массы за финишный период – 68,5 – 69,3 г.

Для оценки влияния тепловой обработки комбикорма на качество животноводческой продукции проводили контрольный забой цыплят по 3 головы из каждой группы. Из данных контрольного забоя следует отметить повышенный выход мяса у цыплят 3-й группы (69,5%) по сравнению с контрольной и 4-й опытной (67,6 и 67,3%). Кроме того, цыплята 2-й группы

имели наибольшую массу внутреннего жира (34,2 г) по сравнению с остальными группами.

Наилучшие показатели продуктивности цыплят-бройлеров кросса Смена-2 получены при использовании в кормлении комбикормов в виде крупки из гранулированного экспандата в первый период выращивания и гранулированного экспандата во второй период выращивания.

Показателями продуктивности кур-несушек служили яйценоскость, интенсивность яйцекладки, масса яиц, выход яичной массы и затраты корма. Анализ данных по яйценоскости кур-несушек (таблица 2) показывает, что яйценоскость кур за опытный период составляла в группах 61,1–66,6 яиц на 1 курицу и зависела от технологии приготовления комбикорма. При этом указанный показатель был наиболее высоким у кур четвертой группы, получавшей крупку из гранул, и на 9% был выше по сравнению с контрольной группой.

Экспериментальные данные по выходу яичной массы на курицу-несушку свидетельствуют о том, что выход яичной массы за три месяца в третьей и четвертой группах кур-несушек, которым скармливали комбикорм в виде крупки, был одинаковым и составил 4,4 кг или на 8,4% выше по сравнению с группой, получавшей рассыпной комбикорм (таблица 3).

Результаты опыта (таблица 4), показали, что средняя масса яиц кур-несушек за три месяца в контрольной и третьей, четвертой опытных группах практически одинакова (66,3–67,2 г) и немного ниже (на 0,6–2,7%) оказалась во второй группе.

Анализ данных по затратам комбикорм на 10 яиц и на 1 кг яичной массы (таблица 5) показывает, что суточное потребление комбикормов на одну голову за весь период опыта в контрольной, третьей и четвертой группах было примерно одинаковым (124,6–126,2 кг) и незначительно ниже во второй группе, получавшей крупку из экспандата.

Затраты комбикорма на 10 яиц в опытных группах составили 1,64; 1,71; 1,71 кг или 89,1; 92,9 и 92,9% по отношению к контролю. Затраты комбикормов на 1 кг яичной массы в опытных группах были на одном уровне (2,53–2,57 кг) или 92–93,4% по отношению к контролю.

Таким образом, при скармливании курам-несушкам экспандированных комбикормов и гранулированных в виде крупки яйценоскость за 90 дней учётного периода составила 63,6–66,6 яиц, интенсивность яйцекладки 84,8–88,8%, выход яичной массы 4,2–4,4 кг при затрате корма на 10 яиц 1,64–1,71 кг и 1 кг яичной массы 2,53–2,57 кг. Наибольшая эффективность получена в третьей и четвертой группах, получавших комбикорм в виде крупки из экспандата и крупки из гранул.

Исследование режимов экспандирования рассыпных комбикормов на экспандере фирмы «Амандус Каль» (Германия) на Волосовском комбикормовом заводе Ленинградской области и их влияние на качество готовой продукции проводили в процессе производства комбикормов по рецептам: ЭК-1 (для кур-несушек 15–18 месяцев) и ЭК-2 (для молодняка кур 5–30 дней). Изменение качества комбикорма рецепта ЭК-2

в процессе его обработки изучали по следующим показателям: содержание растворимых и легко-гидролизуемых углеводов, витаминов В₁ и В₂, атакуемость углеводов и протеина гидролитическими ферментами и санитарно-гигиеническим показателям. В исходном и экспандированном комбикорме определяли токсичность, наличие сальмонелл, кишечную палочку, общую бактериальную обсеменённость.

Таблица 2.

Интенсивность яйцекладки кур-несушек

Table 2.

The intensity of egg-laying hens

№ группы Group number	Интенсивность яйцекладки, % за месяц / The intensity of oviposition, % per month				
	1	2	3	Средняя за 3 месяца For three months	% к контролю % of control
1	84,8	82,4	76,8	81,5	100
2	89,2	84,0	81,6	84,8	104,0
3	91,2	88,8	82,8	87,1	106,9
4	94,0	89,2	83,2	88,8	109,0

Таблица 3.

Выход яичной массы

Table 3.

The output of egg mass

№ группы Group number	Выход яичной массы на одну курицу, г за месяц \ The output of egg mass per hen, g for a month				
	1	2	3	За три месяца For three months	% к контролю % of control
1	1393	1376	1308	4077	100
2	1441	1359	1336	4216	103,4
3	1530	1474	1416	4420	108,4
4	1549	1472	1398	4419	108,4

Таблица 4.

Масса яиц кур-несушек

Table 4.

The weight of eggs of laying hens

№ группы Group number	Средняя масса яйца, г за месяц \ Average mass of eggs, g per month				
	1	2	3	За 3 месяца For three months	% к контролю % of control
1	65,7	66,8	68,1	66,8	100
2	64,6	64,7	65,5	65,0	97,3
3	67,1	66,4	68,4	67,2	100,6
4	65,9	66,0	67,2	66,3	99,2

Таблица 5.

Затраты комбикорма на 10 яиц и яичную массу

Table 5.

The cost of feed for 10 eggs and egg mass

№ группы Group number	Потребление комбикорма на 1 голову в сутки, кг Consumption of feed per 1 head per day, kg	Затраты комбикорма, кг \ The costs of feed, kg			
		На 10 яиц For 10 eggs	% к контролю % of control	На 1 кг яичной массы	% к контролю % of control
1	125,0	1,84	100	2,75	100
2	116,2	1,64	89,1	2,53	92,0
3	124,6	1,71	92,9	2,54	92,4
4	126,2	1,71	92,9	2,57	93,4

Качество комбикорма ЭК-2 в процессе обработки

Table 6.

The quality of feed is the EK 2 in the process

Наименование показателя / Name of the indicator	Рассыпной комбикорм Loose mixed fodder	Комбикорм после экспандера After the feed expander	Экспандированный комбикорм в виде крупки Expanded polystyrene feed in trichina
Растворимые углеводы, % / Soluble carbohydrates, %	4,8	4,5	4,9
Легкогидролизуемые углеводы, % / Hydrolyzable carbohydrates, %	34,6	38,5	34,5
Витамин В ₁ , мг% / Vitamin В ₁ , mg%	0,23	0,20	0,22
Витамин В ₂ , мг% / Vitamin В ₂ , mg%	0,22	0,25	0,22
Атакуемость углеводов амилалитическими ферментами, мг/г Attachement carbohydrates, amilolytic enzymes, mg/g	46,1	100,8	102,2
Атакуемость протеина протеолитическими ферментами, мг/г Attachement protein proteolytic lytic enzymes, mg/g	4,5	4,5	4,5
Микробные клетки, КОЕ в 1 г / Microbial cells, CFU in 1 g	5·10 ⁴	1·10	4·10
Сальмонеллы, КОЕ в 25 г / Salmonella CFU in 25 g	–	–	–
Кишечная палочка, E coli/г / Escherichia coli, E. coli/g	–	–	–

Анализ результатов исследования качества комбикорма (таблица 6) показывает, что обработка комбикорма в кондиционере и экспандере повлияла на степень атакуемости углеводов амилалитическими ферментами. Отмечается двукратное увеличение степени атакуемости углеводов амилалитическими ферментами экспандированного комбикорма по сравнению с рассыпным (102,2–100,8 и 46,1 мг/г, соответственно).

Следует также отметить некоторую долю снижения бактериальной обсеменённости обработанного продукта. Другие исследуемые показатели не претерпели существенных изменений.

Так, содержание витаминов В₁ и В₂, растворимых и легкогидролизуемых углеводов осталось на прежнем уровне, что характеризует режимы обработки как щадящие.

Полученные данные свидетельствуют о соответствии допустимым нормам микробиологических показателей и содержания вредных для здоровья соединений: нитратов, пестицидов и тяжёлых металлов. Подтверждена также высокая степень сохранности ценных питательных веществ в процессе экспандирования.

Годовой экономический эффект от производства продукции рассчитывали в соответствии с «Методическими указаниями по определению экономической эффективности в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» по формуле:

$$\mathcal{E} = (П - E_n \cdot K) A \quad (1)$$

где \mathcal{E} – годовой экономический эффект от производства новой продукции, руб.; $П$ – прибыль от реализации новой продукции, руб.; K – удельные капитальные вложения на производство новой продукции, руб.; E_n – нормативный

коэффициент эффективности использования капитальных вложений; A – годовой объём новой продукции на линии экспандирования, т.

Годовой объём производства экспандированного комбикорма при 2-х сменной работе предприятия составляет:

$$A = 5,0 \cdot 24 \cdot 231 = 27720 \text{ т,}$$

где A – годовой объём производства комбикормов, т; 5,0 – производительность линии, т/ч; 24 – продолжительность работы линии в сутки, ч; 231 – годовой рабочий период, дней.

Стоимость оборудования линии (капитальные вложения) – 6800 тыс. руб., в т. ч. удельные капвложения 245,31 руб. т, установленная мощность электродвигателей – 180 кВт.

При расчёте издержек на экспандирование комбикормов включены следующие статьи затрат: оплата труда, отчисления в фонды, стоимость электроэнергии, накладные расходы, в т. ч. общепроизводственные, стоимость тепловой энергии на производственные нужды и прочие (таблица 7).

Расчёт себестоимости производства экспандированных комбикормов на примере рецептов для цыплят-бройлеров представлен в таблице 8.

Следовательно, средневзвешенная прибыль от реализации 1 т экспандированного комбикорма для цыплят-бройлеров составляет 399,04 руб.

Подставляя полученные значения в формулу (1) получим экономический эффект:

$$\mathcal{E} = (399,04 - 0,15 \cdot 245,31) \cdot 27720 = 1,0041 \text{ млн руб.}$$

Таким образом, расчёт показал, что внедрение линии экспандирования на комбикормовом предприятии обеспечит экономический эффект 10,0 млн. руб.

Для оценки эффективности использования экспандированных комбикормов при откорме цыплят-бройлеров рассчитана прибыль, полученная птицефабрикой от реализации продукции (мяса птицы).

Для расчёта использовали результаты зоотехнических опытов по скормливаю цыплятам-бройлерам рассыпного и экспандированного комбикормов (таблица 9). Прибыль от реализации продукции определяли по формуле:

$$\Xi = \Pi - C \quad (2)$$

где Π – цена 1 кг живой массы цыплят, руб.; Π – прирост живой массы цыплят, кг; C – себестоимость прироста живой массы цыплят, руб.

Для расчёта себестоимости прироста живой массы использовались фактические данные по статьям затрат на производство продукции, полученной птицефабрикой Воронежской области. Расчёт себестоимости прироста живой массы с использованием результатов экспериментов по скормливаю рассыпного и экспандированного комбикорма представлены в таблице 10.

Из таблицы 10 следует, что прирост прибыли при использовании экспандированных комбикормов по сравнению с рассыпным составит $48917 - 46605 = 2312$ рублей на 1000 кг живой массы или 5,00 руб. на 1 цыплёнка-бройлера.

Таблица 7.

Расчёт издержек экспандированных комбикормов

Table 7.

The calculation of the cost of expanded feed

Статьи затрат / Cost items	Формула расчёта Calculation formula	Объём затрат при производстве экспандированного комбикорма, руб. Costs in the production of extruded feed, RUB
Заработная плата аппаратчик 6-го разряда – 2 чел. Wages apparatus worker 6 th digit – 2 people	$16000 \cdot 12 \cdot 2$	384000
Дополнительная заработная плата (20%) / Additional salary (20%)	$384000 \cdot 0,2$	76800
Всего заработная плата / Total wages		460800
Начисления на зарплату в фонды (27,3%) / Charges to pay in funds (27,3%)	$0,273 \cdot 3\Pi$	125800
Амортизационные отчисления (10%) / Depreciation (10%)	$0,1 \cdot 6800000$	680000
Стоимость потребляемой электроэнергии (2,95 руб.·кВтч) The cost of electricity consumed (2.95 RUR·kWh)	$180 \times 0,96 \times 24 \times 231 \times 2,95$	2827256
Прочие, 10% / Other, 10%	$0,1 \cdot 3\Pi$	46080
Всего издержки производства / Total production costs		4139936
Издержки на 1 т продукции / The cost of 1 ton of product	ИП / A	150,00

Таблица 8.

Себестоимость экспандированных комбикормов (руб.)

Table 8.

Cost of expanded compound feed (RUR)

Показатели / Indicators	Рецепт комбикорма Recipe feed	
	ПК-5	ПК-6
Стоимость сырья на 1 т комбикорма / The cost of raw materials per 1 ton of feed	7958	6934
Производственные потери (1%) / Production losses (1%)	79,58	69,34
Себестоимость производства 1 т сыпучие корма / The cost of production of 1 ton of loose feed	620	620
Себестоимость 1 т рассыпного комбикорма (т) The cost of 1 t of loose feed (ton)	8657,58	7623,34
Издержки производства 1 т экспандированного комбикорма / The cost of production of 1 ton of extruded feed	150,00	150,00
Себестоимость 1 т экспандированного комбикорма / The cost of 1 ton of extruded feed	8807,58	7773,34
Прибыль, 5% / Profit, 5%	440,38	388,67

В целом по птицефабрике годовой экономический эффект от выращивания бройлеров с использованием экспандированных комбикормов составит:

$$\Xi = 5,00 \cdot 180516 \cdot 5 = 4512900 \text{ руб.},$$

где 180516 – количество цыплят-бройлеров на птицефабрике за 1 цикл выращивания; 5 – количество циклов выращивания в течение года.

Годовой экономический эффект от использования экспандированных комбикормов при выращивании цыплят-бройлеров составит 4738545 руб. $\approx 4,5$ млн. руб.

Общий годовой эффект от внедрения линии экспандирования комбикормов составит 14,5 млн. руб., срок окупаемости капитальных вложений:

$$6,8 : 14,5 = 0,5 \text{ года} = 6 \text{ месяцев.}$$

Таблица 9.

Показатели опытов

Table 9.

Experiments indications

Показатель / Indication	Группа, получавшая комбикорм / The group receiving feed	
	контроль рассыпной control loose	опытная экспандированный experimental: expanded poly-styrene
Среднесуточный прирост, г / Average daily gain, g	50,4	56,8
Прирост живой массы за весь период, кг Weight gain over the entire period, kg	128,13	133,74
Расход кормов на 1 кг прироста живой массы, кг Feed consumption per 1 kg of live weight gain, kg	1,87	1,79
Расход комбикормов за весь период, кг Consumption of feed during the whole period, kg	239,60	239,40
Стоимость комбикорма ПК-5, руб. / The cost of feed, RUB.	8,66 x 44,1 = 381,91	8,81 x 41,8 = 368,85
Стоимость комбикорма ПК-6, руб. / The cost of feed, RUB.	7,62 x 195,5 = 1489,71	7,78 x 197,6 = 1537,33
Итого стоимость комбикорма, руб. / Total cost of feed, RUB.	1871,62	1906,18

Таблица 10.

Результаты экспериментов по скармливанию рассыпного и экспандированного комбикорма

Table 10.

The results of experiments on the feeding of loose and expanded feed

Показатель / Indicator	Значение по группам / The value of groups	
	рассыпной комбикорм loose mixed fodder	экспандированный комбикорм expanded feed
Прирост живой массы, кг / The gain of alive mass, kg	1000	1000
Себестоимость выращивания, руб. The cost of cultivation, RUB.	24345	23753
в т. ч. стоимость комбикормов / including the cost of feed	14607	14252
Выход продукции, % / Production yield, %	82,5	84,5
Выручка от реализации, руб. / Revenues from sales, RUB.	825 кг · 86,0 руб. = 70950	845 кг · 86,0 руб. = 72670
Прибыль, руб. / Profit, RUB.	46605	48917

В результате проведения комплексной оценки качества экспандированных комбикормов установлено, что полученные экспандированные комбикорма ЭК-1 и ЭК-2, исследованные по физико-химическим, органолептическим, микробиологическим и показателям безопасности, соответствовали требованиям, предъявляемым к комбикормам.

Заключение

Разработка инновационной технологии и линии для производства высокоэффективных экологически чистых экспандированных комбикормов для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб позволит повысить их усвояемость на 10–12% и снизить энергозатраты на производство в 2 раза по сравнению с экструдированием.

Разработана конструкторская документация и изготовлен опытный образец экспандера ДЭК-5. Разработана технологическая линия

производства экспандированных комбикормов в рассыпном виде, гранулированном и в виде крупки из гранул.

Разработана новая технология производства экспандированных комбикормов и техническая документация ТУ 9296–003–05079236–2012 «Комбикорма экспандированные».

Оценка эффективности использования экспандированных комбикормов при скармливании курам-несушкам, произведенных на экспандере фирмы «Спрут-Матадор» (Дания) на Богдановичском комбикормовом заводе Свердловской области и на экспандере фирмы «Амандус Каль» (Германия) на Волосовском комбикормовом заводе Ленинградской области показали, что яйценоскость за 90 дней учетного периода составила 63,6–66,6 яиц, интенсивность яйцекладки 84,8–88,8%, выход яичной массы 4,2–4,4 кг при затрате корма на 10 яиц 1,64–1,71 кг и 1 кг яичной массы 2,53–2,57 кг

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Василенко В. Н., Остриков А. Н. Техника и технологии экструдированных комбикормов Воронеж: ВГТА, 2011. 456 с.
- 2 Афанасьев В. А., Остриков А. Н. Приоритетные методы тепловой обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов Воронеж: ВГУИТ, 2015. 337 с.
- 3 Остриков А. Н., Василенко В. Н., Афанасьев В. А., Богомолов И. С. Экспандирование как способ повышения эффективности АПК // Комбикорма. 2013. № 4. С. 29–32.
- 4 Дерканосова А. А., Коротаева А. А. Особенности российского рынка комбикормов и перспективы его развития // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 3. С. 107.
- 5 Дерканосова А. А. Анализ перспективы производства отечественных кормовых препаратов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 2. С. 194–196.
- 6 Войнов Е. С. Ветеринарно-санитарная оценка кормов используемых для кормления домашних животных // Биотика. 2015. № 6. Т. 7. С. 46–50.
- 7 Алпатов А. В. Ценовая паритетность сельскохозяйственной продукции, энергетических и материально-технических ресурсов // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. Т. 7. № 2. С. 15–20.
- 8 Bobrova E. A. The methodology for development of the “costs” category in the management mechanism of agricultural economic sector // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. V. 56. № 8. P. 181–191.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валерий А. Афанасьев д. т. н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерно перерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vnii_kp@mail.ru
Юнус А. Джабаев соискатель, Министерство сельского хозяйства РФ, департамент научно-технологической политики и образования, г. Москва, Россия, u.dzhabaev@mcx.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валерий А. Афанасьев консультация в ходе исследования
Юнус А. Джабаев написал рукопись, редактировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.06.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 10.08.2016

REFERENCES

- 1 Vasilenko V. N., Ostrikov A. N. Tekhnika i tekhnologii ekstrudirovannykh kombikormov [Technique and technology of extruded feed]. Voronezh, VGTA, 2011. 456 p. (in Russian).
- 2 Afanas'ev V. A., Ostrikov A. N. Prioritetnye metody teplovoi obrabotki zernovykh komponentov v tekhnologii kombikormov [Priority methods of heat treatment of grain components in animal feed technology]. Voronezh, VGUIT, 2015. 337 p. (in Russian).
- 3 Ostrikov A. N., Vasilenko V. N., Afanas'ev V. A., Bogomolov I. S. The expansion as a way to increase efficiency APK. *Kombikorma* [Feed]. 2013. no. 4. pp. 29–32. (in Russian).
- 4 Derkanosova A. A., Korotaeva A. A. Features of the Russian market of animal feed and its development prospects. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom* [Economy. Innovation. The management of quality]. 2013. no. 3. pp. 107. (in Russian).
- 5 Derkanosova A. A. Analysis of the prospects for production domestic feed drugs. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*. [Proceedings of the Voronezh state University of engineering technologies]. 2012. no. 2. pp. 194–196. (in Russian).
- 6 Voinov E. S. Veterinary and sanitary assessment of feed used for feeding pets. *Biotika* [Biotika]. 2015. no. 6. vol. 7. pp. 46–50. (in Russian).
- 7 Alpatov A. V. Price parity of agricultural products, energy and material resources. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2012. vol. 7. no. 2. pp. 15–20. (in Russian).
- 8 Bobrova E. A. The methodology for development of the “costs” category in the management mechanism of agricultural economic sector. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2016. vol. 56. no. 8. pp. 181–191. (in Russian).

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valerij A. Afanasiev doctor of technical science, professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vnii_kp@mail.ru
Junus A. Dzhabaev Ministry of agriculture of Russian Federation, department of a scientifically-technological policy and education, Moscow, Russia, u.dzhabaev@mcx.ru

CONTRIBUTION

Valerij A. Afanasiev consultation during the study
Junus A. Dzhabaev wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 6.29.2016

ACCEPTED 10.8.2016