

УДК 636.085.4

UDC 636.085.4

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ С ЗЕРНОВЫМ ВОРОХОМ ПШЕНИЦЫ РАННИХ ФАЗ СПЕЛОСТИ

ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF COMPOUND FEEDS WITH GRAIN HEAPS OF WHEAT OF THE EARLY PHASES OF RIPENESS

Рудой Дмитрий Владимирович

канд. техн. наук, доцент

РИНЦ SPIN-код: 3297-3460

rudoy.d@gs.donstu.ru

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Российская Федерация

Rudoy Dmitry Vladimirovich

Cand.Tech.Sci., associate professor

RSCI SPIN-code: 3297-3460

rudoy.d@gs.donstu.ru

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Agrarian Research Center "Donskoy", Zernograd, Russian Federation

Уборка зерновых колосовых культур ранних фаз спелости позволяет получить зерно повышенной питательной ценности, сократить агросроки уборки и снизить потери от самоосыпания. В статье представлены разработанные технологии переработки зернового вороха пшеницы, убранный на ранних фазах спелости, в комбикорма и произведен расчет их экономической эффективности. Экономически выгодной технологией является технология, состоящая из следующих процессов: нормализация зернового вороха, сушка, измельчение, дозирование и смешивание компонентов комбикорма, гранулирование и охлаждение гранул. Эксплуатационные затраты на изготовление комбикормов с зерновым ворохом пшеницы ранних фаз спелости составляют 38,5 тыс. руб./тонну готовой продукции

Harvesting grain crops of early stages of ripeness allows to obtain grain of increased nutritional value, reduce the agrotimes of harvesting and reduce losses from self-shattering. The article presents the developed technologies for processing wheat grain heap, harvested in the early phases of ripeness, into animal feed and calculates their economic efficiency. Cost-effective technology is a technology consisting of the following processes: grain heap normalization, drying, grinding, dosing and mixing of feed components, granulation and cooling of granules. The operating costs for the production of compound feeds with a grain heap of wheat in the early stages of ripeness amount to 38.5 thousand rubles/ton of finished products

Ключевые слова: КОРМОВОЕ СЫРЬЕ; КОМБИКОРМА; ТЕХНОЛОГИЯ; ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ; ЗЕРНОВОЙ ВОРОХ; ПШЕНИЦА; ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ

Keywords: FEED RAW; COMPOUND FEED; TECHNOLOGY; NUTRITIONAL VALUE; GRAIN HEAP; WHEAT; WAX RIPENESS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-191-018>

Введение

Пшеница является основной зерновой культурой, выращиваемой во всем мире. По данным на 2022 год [1], на ее долю приходится 794 млн. тонн из 2765 млн. тонн всех зерновых культур. Более 50% из всего

<http://ej.kubagro.ru/2023/07/pdf/18.pdf>

производимого объема зерновых культур приходится на фуражное зерно, предназначенное на кормовые цели. Фуражное зерно, как правило, имеет низкое содержание белка, в результате чего восполнять дефицит в кормах приходится за счет жмыхов масличных и бобовых растений, а также рыбной, кровяной и мясокостной муки, что является дорогостоящим и зачастую труднодоступным сырьем надлежащего качества [2].

В результате проведенных исследований [3] определено, что в стадии поздней восковой спелости наблюдается наибольшее содержание белка. Поэтому фуражное зерно целесообразно убирать в данной стадии, что позволяет получить кормовое сырье повышенной питательной ценности. Кроме того, дополнительным источником белка может служить незерновая часть: цветковые оболочки, стебли и прочее, которые содержат около 5% белка. Зерно на ранних стадиях спелости можно убрать с помощью очесывающе-обмолачивающего агрегата (патент № 2729811). Продуктом такого агрегата является зерновой ворох, содержащий зерно и незерновую часть и являющийся ценным кормовым сырьем. Зерно в стадии поздней восковой спелости имеет влажность 35-40%, что требует обоснованной технологии его переработки в комбикорма.

Большинство исследований направлены на переработку травяных культур. Исследования по переработке зерновых колосовых культур ранних фаз спелости основаны на методе плющения и силосования. Кроме того, силосованию подвергается скошенная зерновая масса, не разделенная на колос и стебель. Такой корм чаще всего применим для кормления крупного рогатого скота. Таким образом, возникла необходимость разработать такую технологию переработки зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости, которую можно будет использовать при производстве гранулированных комбикормов для животных и объектов аквакультуры.

Разработка технологий переработки зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости в комбикорма. Были разработаны 3 технологии производства комбикормов для рыб с добавлением зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости. Разработанные технологии производства комбикормов представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Технологии производства комбикормов с добавлением зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости

Технология № 1: Технология производства комбикорма с применением сушки зернового вороха. Зерновой ворох после уборки представляет собой неоднородную высоковлажную зерновую массу, состоящую из зерна и полова. Зерно и полова сильно отличаются по физико-химическим показателям, таким как протеин, клетчатка, крахмал, массовая доля влаги и др. Для получения однородной кормовой добавки необходимо обеспечить качественное смешивание компонентов зернового вороха и интенсифицировать съём влаги для дальнейшей обработки путем разрушения клеток зерна, содержащих влагу. Для этого может быть

применен экструдер, работающий в режиме нормализации: при экструдировании зернового сырья полной спелости размер кольцевого зазора составляет до 1 мм в зависимости от перерабатываемого сырья, при режиме нормализации размер кольцевого зазора составляет 2 мм. За счет высокой влажности зернового вороха, процесс обработки протекает при низких температурах (не выше 35-40 °С), что благоприятно сказывается на его качестве. В результате обработки повышается однородность вороха, происходит разрушение зерновой оболочки и снижение влаги.

Полученная смесь зернового вороха транспортируется на сушку. Сушка нормализованного зернового вороха до влажности 12% осуществляется в сушильном барабане при температуре не более 55 °С. Превышение установленной температуры может привести к подгоранию высушиваемого сырья, ухудшению его качества: денатурации белка, окислению жиров, разрушению витаминов, ухудшению органолептических свойств. Далее высушенный зерновой ворох измельчается до размера частиц, проходящих через сито диаметром 1,0 мм. Полученная кормовая добавка из зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости с массовой долей влаги 12% имеет длительный срок хранения и может быть использована сразу в линии производства комбикормов, либо храниться на складе в мешках с другими компонентами комбикормов. После измельчения кормовая добавка поступает на линию дозирования и смешивания компонентов комбикормов в соответствии с рецептурой. После смешивания до однородности не менее 95%, комбикормовая смесь поступает на гранулирование. Полученные гранулы охлаждаются в охладителе и транспортируются на фасование в мешки и отправляются на хранение.

Технология № 2: Технология производства комбикорма путем смешивания влажного зернового вороха с зерном. Технология № 2 отличается от технологии № 1 отсутствием процесса сушки

нормализованного зернового вороха зерна пшеницы ранних фаз спелости. Для снижения массовой доли влаги в зерновом ворохе используется измельченное сухое зерно пшеницы полной спелости пятого класса (фуражное зерно).

После нормализации зерновой ворох транспортируется на измельчение для обеспечения равномерности его смешивания с сухим измельченным сырьем. Измельченный зерновой ворох смешивается с сухим измельченным зерном в соотношении, при котором конечная влажность смеси составляет 20%. Выбор массовой доли влаги зерновой смеси 20% обоснован тем, что при дальнейшем смешивании с другими компонентами комбикормовой смеси массовая доля влаги составит не более 15%. В процессе смешивания, гранулирования и охлаждения происходит съем влаги до 3%. В результате, готовый комбикорм имеет массовую долю влаги не более 13,5%, что удовлетворяет требованиям ГОСТ 10385. Количество каждого из компонентов, которое необходимо смешать, определяется по формулам (1, 2):

$$m_1 = \frac{m_c(W_c - W_2)}{W_1 - W_2} \quad (1)$$

$$m_2 = m_c - m_1 \quad (2)$$

где m_c – масса зерновой смеси, кг; m_1 – масса первого компонента, кг; m_2 – масса второго компонента, кг; W_3 – массовая доля влаги зерновой смеси, % (20 %); W_1 – массовая доля влаги сухого измельченного зерна пшеницы, %; W_2 – массовая доля влаги нормализованного и измельченного зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости, %.

Полученная зерновая смесь поступает на линию дозирования и смешивания компонентов комбикормов в соответствии с рецептурой. Далее технологический процесс идет в той же последовательности, описанный выше в технологии № 1.

Технология № 3: Технология производства комбикорма путем смешивания влажного зернового вороха со всеми компонентами комбикорма. Зерновой ворох пшеницы ранних фаз спелости после нормализации в экструдере-нормализаторе транспортируется на измельчение для равномерного смешивания с другими компонентами комбикорма. Измельченный влажный зерновой ворох поступает на линию дозирования и смешивания компонентов комбикормов в соответствии с рецептурой. Далее технологический процесс идет в той же последовательности, описанный выше в технологии № 1.

Сравнение экономической эффективности применения разработанных технологий комбикорма с применением зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости. Для сравнения экономической эффективности разработанных технологий на примере производства комбикормов для рыб, представленные на рисунке 1, необходимо рассчитать два основных показателя: эксплуатационные затраты на производство и практичность применения технологии.

При массовой доли влаги зернового вороха около 60% [4], массовая доля влаги комбикормовой смеси будет составлять 44% при норме не более 13,5% (ГОСТ 10385). Поэтому после гранулирования необходимо просушить гранулы и охладить. При использовании рецептуры комбикорма №2, влажность комбикормовой смеси составит 15%. При гранулировании происходит съем влаги до 3%, в результате чего влажность готового комбикорма будет удовлетворять требованиям ГОСТ 10385. При использовании рецептуры комбикорма по технологии №1 массовая доля влаги ниже 13,5%. Эксплуатационные затраты рассчитаны по формулам 3-5. Общие затраты на ремонт и техническое обслуживание технопарка P_o определяются по формуле (3):

$$P_o = B \cdot 5\% \cdot n_m \quad (3)$$

где, B – балансовая стоимость машины, руб.; n_m – количество машин,

ед.

Общие затраты на амортизацию A_o определяются по формуле (4):

$$A_o = \frac{B}{a_c} \cdot n_m \quad (4)$$

Общие затраты на электроэнергию \mathcal{E}_o , руб. при переработке убранный урожай определяется по формуле (5):

$$\mathcal{E}_o = \sum_1^n (N_{\text{маш}} \cdot k_{\text{маш}} \cdot T_{\text{год}} \cdot C_{\text{эл}}) \cdot n_m \quad (5)$$

где, $N_{\text{маш}}$ – паспортная мощность машины, кВт/ч; $k_{\text{маш}}$ – коэффициент фактической затрачиваемой мощности (в среднем принимаем 0,6-0,8); $T_{\text{год}}$ – количество часов работы машины в год, час; $C_{\text{эл}}$ – цена электроэнергии за 1 кВт/ч (стоимость 1 кВт/ч в 2023 году составляет 7,64 руб./кВт·ч).

Эксплуатационные затраты и себестоимость ингредиентов комбикормов представлены на рисунке 1.

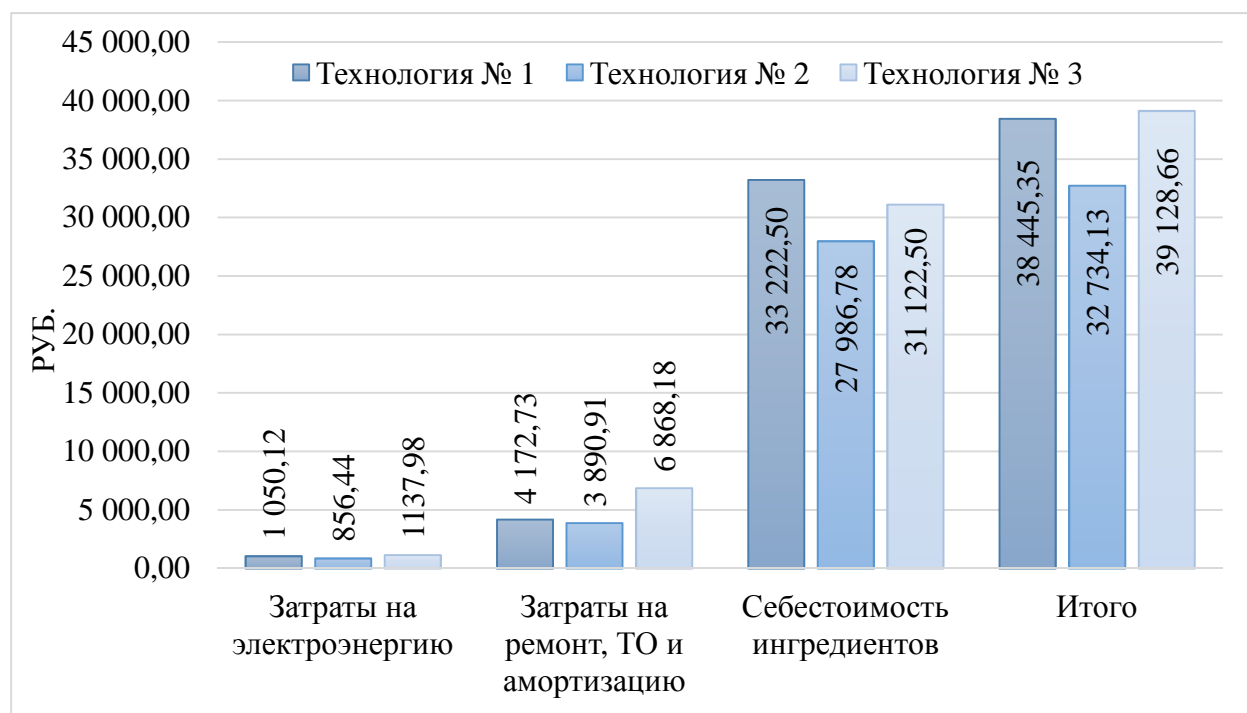


Рисунок 1 – Сравнение экономической эффективности применения технологий производства комбикорма с добавлением зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости

Выводы

Эксплуатационные затраты технологии № 1 ниже на 683,31 руб./тонн (1,8%) продукции в сравнении с технологией №3 и выше на 5 711,22 руб./тонн (14,9%) в сравнении с технологией №2. Высокие эксплуатационные затраты технологии № 3 обусловлены наличием процесса сушки гранул, который осуществляется с помощью сушильной инфракрасной установки, обеспечивающая быстрый съем влаги с минимальным негативным воздействием на качество комбикорма. Наименьшие эксплуатационные затраты при использовании технологии № 2 за счет отсутствия процесса сушки. Недостатками данной технологии является использование в 2,1 больше рыбной муки – дефицитного компонента. Кроме того, технологии № 2 и 3 предполагают переработку всего урожая зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости в корма. Учитывая требования ГОСТ 10385, в соответствии с которыми рекомендуемый срок хранения комбикорма для рыб – 2 месяца, применение технологий № 2 и 3 нецелесообразно и не выгодно для малых и средних крестьянско-фермерских хозяйств, а также реализация данных технологий в промышленных масштабах затруднительна и не практична.

В технологии производства комбикормов № 1, после процесса нормализации, сушки и измельчения получается новый компонент для производства комбикормов – кормовая добавка, которая имеет длительный срок хранения и может быть использована сразу или по мере необходимости. Таким образом, несмотря на то, что технология № 1 является более энергозатратной, чем технология № 2, она является практически выгодной для малых и средних крестьянско-фермерских хозяйств, а также для промышленного производства комбикормов с добавлением кормовой добавки из зернового вороха пшеницы ранних фаз спелости, имеющая длительный срок хранения.

Благодарности

Автор выражает благодарность член-корреспонденту РАН, д-ру техн. наук Пахомову В.И. и коллегам – научным работникам АНЦ «Донской» за проведение совместных исследований, всестороннюю поддержку и помощь.

Литература

1. FAO. Положение с продовольствием в мире [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru/>
2. Головня, Е. Метод выявления фальсификации рыбной муки. – Комбикорма. – 2014. – № 3. – С. 70-72.
3. Рудой Д.В. Исследование питательной ценности зерна на разных стадиях спелости. Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2023 - №06(190). – IDA [article ID]: 1902306016 <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-190-016>
4. Сандрыкин Д.В. и др. Динамика накопления сухого вещества и изменение химического состава зерна при созревании. Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №12. – С. 32-33.

References

1. FAO. Polozhenie s prodovol'stvиеm v mire [E`lektronny`j resurs]. URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru/>
2. Golovnya, E. Metod vy`yavleniya fal`sifikacii ry`bnoj muki. – Kombikorma. – 2014. – № 3. – S. 70-72.
3. Rudoj D.V. Issledovanie pitatel`noj cennosti zerna na razny`x stadiyax spelosti. Nauchny`j zhurnal KubGAU. – Krasnodar: KubGAU, 2023 - №06(190). – IDA [article ID]: 1902306016 <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-190-016>
4. Sandry`kin D.V. i dr. Dinamika nakopleniya suxogo veshhestva i izmenenie ximicheskogo sostava zerna pri sozrevanii. Dostizheniya nauki i texniki APK. – 2011. – №12. – S. 32-33.