

3. Gorovoi V.I., Eseychik V.I., Hil' G.N. Osnovnye napravleniya ispol'zovaniya vtorichnykh resursov na predpriyatiyah pishchevoi promyshlennosti // Pishchevaya promyshchennost. – M.: Izd-vo Agro- NIITEH, 2007. – S. 14–17.
4. Demidenko G.A., Fomina N.V. Monitoring okruzhayushchey sredy. – Krasnoyarsk, 2013. – 154 s.
5. Gluncov N.M. Ionometricheskii ehkspress – metod opredeleniya nitratnogo azota v ovoshchnoi produkcii // Primenenie udobrenij v teplichnom hozyajstve. – M.: Moskovskiy rabochiy, 1987. – S. 35–42.
6. SanPiN 42-123-4619-88. Dopustimye urovni sodержaniya nitratov v produktah rastitel'nogo pro- iskhozhdeniya. – M., 1988.
7. Sokolov O.A. Kak umen'shit' sodержanie nitratov v ovoshchah? // Ekologiya i zhizn'. – 1998. – № 2. – S. 53–55.



УДК 574.24

В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина,
Н.И. Селиванов, Н.И. Чепелев

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ НА ОСНОВЕ СМЕСИ ЗЕРНА И РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Разработка и внедрение инновационных технологий приготовления кормов в условиях хозяйств, позволяющих не только сокращать удельные издержки на кормовые рационы, но и повышать конверсию кормов, является актуальной проблемой. В связи с этим целью исследований стала сравнительная оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов. В исследованиях использовалась пшеница сорта Новосибирская-15, ячмень сорта Ача, овес сорта Сельма, прессованное сено в рулонах, зеленая масса люцерны, жом. Анализ энергетической ценности зерновых культур показал увеличение количества обменной энергии после экструдирования на 8–11 %. Сено смешивали с зерном пшеницы в соотношении 50:50. Обменная энергия полученного эструдата из смеси зерна пшеницы и сена составляет 13,23 МДж/кг, что на 21 % выше исходной смеси и превышает энергетическую ценность зерна пшеницы на 3 %. Обменная энергия полученного эструдата из смеси зерна пшеницы и зеленой массы люцерны – 14,3 МДж/кг, что больше на 8,5 % по сравнению с эструдатом смеси пшеницы с сеном. Жом смешивали с измельченным зерном пшеницы в различных пропорциях для определения качества готовой продукции и величины энергетического дохода в зависимости от влажности исходной смеси и количества вносимого жома. После экструдирования максимальное значение обменной энергии в корме из смеси пшеницы и жома люцерны отмечено при внесении в смесь 13 % жома и составляет 14,228 МДж/кг сухого вещества, минимальное – 14,137 МДж/кг – при внесении 28 % жома. По сравнению с исходными смесями пшеницы и жома, в указанных пропорциях обменная энергия повысилась на 10,8 и 14,5 % соответственно. Энергетический доход от применения технологии экструдирования пшеницы составил 0,486 МДж/кг, с включением 10 % зеленой массы люцерны составил 0,321 МДж/кг. При экструдировании пшеницы с добавлением различного количества жома из люцерны отмечено увеличение энергетического дохода в ряду увеличения содержания жома в смеси. Наиболее эффективным способом является применение в качестве растительной добавки 16 % жома люцерны в составе смеси.

Ключевые слова: зерно, сено, растения, жом, экструдирование, обменная энергия, полезная энергия.

V.V. Matyushev, I.A. Chaplygina,
N.I. Selivanov, N.I. Chepelev

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE PRODUCTION OF EXTRUDED FEED BASED ON A MIXTURE OF GRAINS AND PLANT COMPONENTS

Development and implementation of innovative technologies of fodder production in farms, allowing not only to reduce unit costs for feed rations, but also to increase the conversion of feed, is an important issue. In this regard the aim of the research is the comparative evaluation of the efficiency of production of extruded feed based on a mixture of grain and vegetable components. In the studies wheat varieties Novosibirsk-15, barley variety Acha, oats varieties Selma, pressed hay rolls, green mass of alfalfa, beet pulp were used. Analysis of the energy value of cereals showed an increase of the exchange energy extrusion at 8–11 %. Hay was mixed with wheat in the ratio 50:50. The exchange energy is obtained from a mixture of extrudate wheat and hay is 13,23 MJ/kg, which is 21 % above the starting mixture and exceeds the energy value of wheat by 3 %. The exchange energy is obtained from a mixture of extrudate of wheat grain and green mass of alfalfa – 14,3 MJ/kg, an increase of 8,5 %, compared to the extrudate of the mixture of wheat hay. The pulp was mixed with milled wheat grain in various proportions, to determine the quality and magnitude of energy income, depending on the moisture content of the raw mixture and the amount of insertion of the pulp. After extrusion, the maximum value of metabolizable energy in the feed of a mixture of wheat pulp and alfalfa are noted when included in a mixture of 13 % pulp and is 14,228 MJ/kg dry matter, the minimum 14,137 MJ/kg in order to make a 28 % pulp. Compared with the original blends of wheat and bagasse in the proportions, the exchange energy increased by 10,8 and 14,5 % respectively. Energy income from application of the technology of extrusion of wheat was 0,486 MJ/kg, with the inclusion of 10 % of green mass of alfalfa amounted 0,321 MJ/kg the product of wheat with the addition of various quantities of pulp, alfalfa noted showed an increase in energy income in a number increase the amount of pulp in the mixture. The most effective method is the use of 16% sugar beet pulp alfalfa in the mixture as a plant supplement.

Key words: grain, hay, plants, pulp, extrusion, exchange-valued energy, useful energy.

Введение. В настоящее время одной из важнейших проблем животноводства является низкая эффективность производства животноводческой продукции, обусловленная низким качеством кормов по основным питательным, минеральным и биологически активным веществам и высокими затратами труда и средств на ее получение [1, 2].

Общемировые современные тенденции роста цен на корма неизбежно приведут к увеличению производственных затрат в животноводстве.

В современных условиях ведения животноводства большое значение приобретает рациональное расходование зерна, направляемого на фуражные цели. Наиболее эффективно фуражное зерно используется в виде комбикормов, сбалансированных по протеину, аминокислотам и другим биологически активным веществам [3].

Прогрессивной технологией является экструдирование комбикормов и их компонентов, обеспечивающее высокую сохранность кормов и повышенную продуктивность животных. Применение экструдирования кормов и совершенствование технологии его производства является важной народно-хозяйственной задачей [4].

Простым и эффективным способом повышения питательной ценности и качества зернового корма является технология экструдирования смеси зерна и соломы. Недостатком данного способа является низкое содержание питательных веществ в растительной добавке (солома). В технологии экструдирования кормов целесообразно использовать сено или другие компоненты, превосходящие по своей питательности все другие корма или зеленую массу растений [5].

Поэтому разработка и внедрение инновационных технологий приготовления кормов в условиях хозяйств, позволяющих не только сокращать удельные издержки на кормовые рационы, но и повышать конверсию кормов, является актуальной проблемой [3].

Цель исследований: сравнительная оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов.

Условия и методы исследований. Исследования проводились на базе «Учебно-опытного хозяйства «Миндерлинское»» Сухобузимского района Красноярского края. На территории учебно-опытного хозяйства расположен цех для производства экструдированных кормов мощностью 0,3 т в час.

В исследованиях использовалась пшеница сорта Новосибирская-15, ячмень сорта Ача, овес сорта Сельма, прессованное сено в рулонах, зеленая масса люцерны, жом. Изготовление кормовых экструдатов осуществлено на экструдере марки ЭТР-700/45 КФСО. Анализ исходного сырья и готовой продукции проводился по стандартным методикам в НИИЦ ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» и ФГБУ ГЦАС «Красноярский».

Энергетический доход (ΔE), как энергетический эквивалент эффективности различных видов производства, определяли из выражения

$$\Delta E = E_1 - E, \quad (1)$$

где E_1 – энергетическая ценность единицы заготовленного корма, МДж/т;

E – удельные энергозатраты на получение корма, МДж/т.

Для сравнительной оценки процесса (или объекта) иногда недостаточно просто определить, дает ли она энергетический доход. Процессы, дающие некоторое количество энергетического дохода, могут оказаться неконкурентоспособными по отношению к другим процессам, у которых величина энергии больше. Сравнивая процессы между собой, можно рассчитать для них коэффициент энергетической эффективности, который равен отношению произведенной энергии корма (E_1) к энергии, затраченной в процессе производства (E):

$$\eta_{\text{ЭЭ}} = \frac{E_1}{E}. \quad (2)$$

Если коэффициент энергетической эффективности больше единицы, то имеет место энергетический доход [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ энергетической ценности зерновых культур показал увеличение количества обменной энергии после экструдирования на 8–11 %. Обменная энергия экструдированного зерна пшеницы увеличилась на 1,34 МДж/кг, ячменя – на 1,33, овса – на 1,03 МДж/кг. В полученных экструдатах отмечено изменение в содержании основных питательных веществ. Так, количество сырой клетчатки в экструдатах, как и содержание сырого жира, уменьшалось на 10–20 %, при одновременном увеличении содержания сахаров на 15–22 %.

В связи с тем, что наибольшее содержание обменной энергии среди экструдированных зерновых культур приходится на пшеницу, именно ее и использовали в дальнейших исследованиях.

На первом этапе исследований для экструдирования использовали смесь зерна пшеницы и сена. Сено смешивали с зерном пшеницы в соотношении 50:50. В полученном экструдате из смеси зерна пшеницы и сена отмечено снижение количества белка на 7 % по сравнению с приготовленной для экструдирования смесью (с 11,11 до 10,36 %), что связано с денатурацией белка в результате кратковременного воздействия высокой температуры и давления. Содержание клетчатки в смеси зерна пшеницы и сена в процессе экструзии снижается на 23 % (с 16,67 до 12,85 %), при одновременном увеличении количества сахаров на 21 % (с 5,44 до 6,58 %). Обменная энергия полученного эструдата из смеси зерна пшеницы и сена составляет 13,23 МДж/кг, что на 21 % выше исходной смеси, и превышает энергетическую ценность зерна пшеницы на 3 %.

На втором этапе исследований в качестве исходного сырья для производства экструдированных кормов использовалась пшеница сорта Новосибирская-15 и зеленая масса люцерны. Количе-

ство зеленой массы люцерны для смешивания с зерном рассчитывали с учетом рекомендуемой влажности входящей в экструдер смеси: не более 20 %. Свежескошенную измельченную зеленую массу люцерны смешивали с измельченной пшеницей в бункере с ворошителем до получения оптимального параметра влажности входящей в экструдер смеси. Данным условиям соответствует использование до 10 % зеленой массы (при влажности люцерны 77,4 %) от общего объема смеси. Дальнейшее увеличение массы добавляемой травы приводит к получению смеси с более высокой влажностью.

Экструдирование смеси вызывает изменения в составе основных питательных веществ. Так, в полученном экструдате из смеси зерна пшеницы и зеленой массы люцерны отмечено снижение количества белка по сравнению с приготовленной для экструдирования смесью на 2 %. В отличие от экструдата смеси пшеницы и сена содержание клетчатки в смеси зерна пшеницы с зеленой массой люцерны в процессе экструзии остается на прежнем уровне и составляет 4,3 %. Обменная энергия полученного эструдата из смеси зерна пшеницы и зеленой массы люцерны – 14,3 МДж/кг, что больше на 8,5 % по сравнению с экструдатом смеси пшеницы с сеном.

Для уменьшения влажности зеленых растений и увеличения массы люцерны в составе смеси, увеличения энергетической ценности корма, поступающего на экструдирование, целесообразно применять механическое обезвоживание исходного растительного сырья [4].

Механическое обезвоживание зеленых растений производилось на гидравлическом прессе Р337. В качестве рабочей камеры использовался фрагмент зерного цилиндра пресса (рис. 1). Отжим сока из растений производился при давлении, равном 7 МПа. Влажность исходной зеленой массы люцерны составляла 77,4 %, после отжима – 69,5 %.

Жом смешивали с измельченным зерном пшеницы в различных пропорциях для определения качества готовой продукции и величины энергетического дохода в зависимости от влажности исходной смеси и количества вносимого жома. Подобраны следующие количества добавляемого жома люцерны: 13; 16 и 28 % от общей массы готовой смеси.

После экструдирования максимальное значение обменной энергии в корме из смеси пшеницы и жома люцерны отмечено при внесении в смесь 13 % жома и составляет 14,228 МДж/кг сухого вещества, минимальное – 14,137 МДж/кг – при внесении 28 % жома. По сравнению с исходными смесями пшеницы и жома в указанных пропорциях обменная энергия повысилась на 10,8 и 14,5 % соответственно.



Рис. 1. Лабораторная установка для механического обезвоживания зеленой массы растений

Энергетический доход от применения технологии экструдирования пшеницы составил 0,486 МДж/кг, с включением 10 % зеленой массы люцерны (без учета амортизации зданий и затрат на скашивание, доставку зеленой массы на линию экструдирования кормов) составил 0,321 МДж/кг (рис. 2).

При экструдировании пшеницы с добавлением различного количества жома из люцерны отмечено увеличение энергетического дохода в ряду увеличения содержания жома в смеси. Так, при добавлении 13 % жома энергетический доход составил 0,453 МДж/кг, при 16 и 28 % – соответственно 0,521 и 0,689 МДж/кг.

Для оценки целесообразности внесения растительных компонентов при экструдировании кормов рассчитан коэффициент энергетической эффективности. При экструдировании пшеницы коэффициент энергетической эффективности составил 14,202, пшеницы с добавлением зеленой массы люцерны – 14,162. При использовании жома в количестве 13, 16 и 28 % данный коэффициент составил 15,100; 15,127 и 15,154 соответственно. Поскольку коэффициент энергетической эффективности больше единицы, то имеет место энергетический доход.

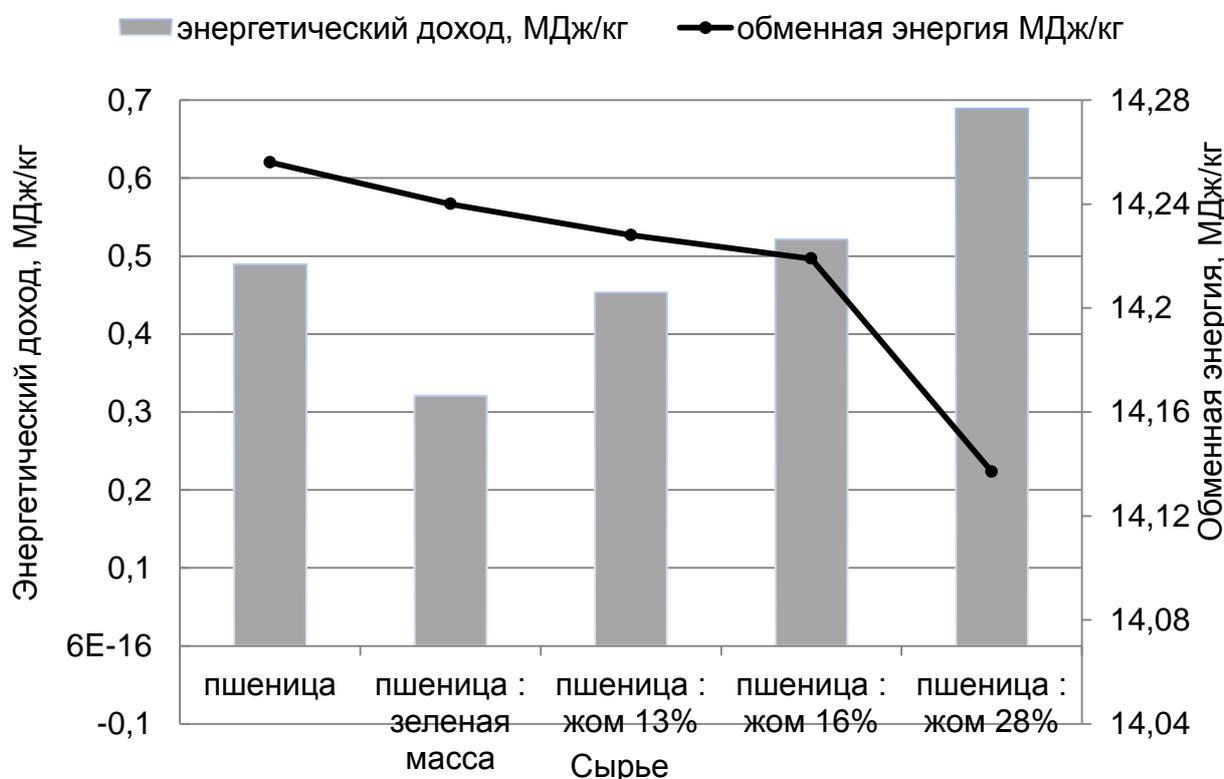


Рис. 2. Зависимость изменения обменной энергии и энергетического дохода экструдированного корма от используемого сырья

Наибольшее значение энергетического дохода и коэффициента энергетической эффективности отмечено при внесении в смесь 28 % жома люцерны, но при этом происходит уменьшение энергетической ценности экструдированного корма. Удельные энергозатраты на получение корма снижаются меньшими темпами, чем энергетическая ценность единицы заготовленного корма. В связи с этим оптимальной при экструдировании является смесь зерна пшеницы и 16 % жома люцерны при ее влажности 69,5 %.

При оптимальном соотношении пшеницы и жома коэффициент энергетической эффективности увеличивается на 6,5 % по сравнению с базовой технологией.

Выводы. Использование смеси зерна пшеницы с растительным материалом при экструдировании кормов позволяет сократить расход зерна, направляемого на фуражные цели. Наиболее эффективным способом является применение в качестве растительной добавки жома люцерны. Оптимальное соотношение пшеницы и жома люцерны, при указанной влажности исходных компонентов, отмечено при внесении 16 % растительного материала в состав смеси.

Литература

1. *Иванов С.А.* Совершенствование технологии и технических средств приготовления кормов для животноводства на основе соевого зерна: дис. ... д-ра техн. наук. – Благовещенск, 2005. – 359 с.
2. *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочник / А.П. Калашников, В.И. Фисинин [и др.].* – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
3. *Артемова Е.И., Кочиева А.К., Капусткин А.В.* Эффективность организации внутрихозяйственного производства комбикормов // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 5 (069). – С. 113–124.
4. *Успенский В.В.* Снижение энергозатрат экструдирования кормов с обоснованием конструктивно-режимных параметров дозатора пресс-экструдера: автореф. дис. ... канд. техн. наук // URL: <http://www.dissercat.com>.
5. *Кормопроизводство / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, Н.Н. Лазарев [и др.].* – М.: Колос, 2006. – 432 с.
6. *Цугленок Н.В., Матюшев В.В.* Технология и технические средства производства экологически безопасных кормов / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 128 с.

Literatura

1. *Ivanov S.A.* Sovershenstvovanie tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv prigotovleniya kormov dlya zhivotnovodstva na osnove soevogo zerna: dis. ... d-ra tekhn. nauk. – Blagoveshchensk, 2005. – 359 s.
2. *Normy i raciony kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh: spravochnik / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin [i dr.].* – M.: Rossel'hozakademiya, 2003. – 456 s.
3. *Artemova E.I., Kochieva A.K., Kapustkin A.V.* Effektivnost' organizatsii vnutrihozyaystvennogo proizvodstva kombikormov // Nauchny zhurnal KubGAU. – Krasnodar, 2011. – № 5 (069). – S. 113–124.
4. *Uspenskiy V.V.* Snizhenie energozatrat ekstrudirovaniya kormov s obosnovaniem konstruktivno-rezhimnyh parametrov dozatora press-ekstrudera: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk // URL: <http://www.dissercat.com>.
5. *Kormoproizvodstvo / N.V. Parahin, I.V. Kobozev, N.N. Lazarev [i dr.].* – M.: Kolos, 2006. – 432 s.
6. *Cuglenok N.V., Matyushev V.V.* Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva proizvodstva ekologicheski bezopasnyh kormov / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2005. – 128 s.

