

**Василий Викторович Матюшев**

Красноярский государственный аграрный университет, заведующий кафедрой товароведения и управления качеством продукции АПК, доктор технических наук, профессор

E-mail: matyushe@yandex.ru

**Ирина Александровна Чаплыгина**

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры товароведения и управления качеством продукции АПК, кандидат биологических наук, доцент

E-mail: ledum\_palustre@mail.ru

**Александр Викторович Семенов**

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры механизации и технического сервиса в АПК, кандидат технических наук, доцент

E-mail: dfmsh@kgau.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ В ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

*Цель исследования – определение влияния количественного состава смеси на основе пшеницы и пророщенного зерна пшеницы на качественные показатели экструдированного корма. Задача исследования: определить качественные характеристики экструдированного корма в зависимости от доли вносимого в смесь пророщенного зерна пшеницы. Исследование по проращиванию зерна пшеницы Новосибирская 15 Элита и экструдированию образцов проводилось в Инжиниринговом центре ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет». Биохимический анализ исходного сырья, пророщенной пшеницы и экструдированного корма проводили в Научно-исследовательском испытательном центре Красноярского ГАУ. В исследовании использовались четыре варианта экструдированных смесей из нативного и пророщенного зерна пшеницы. Пророщенную пшеницу вносили в состав смесей в количестве 10; 15; 20 и 25 %. Установлено, что в пророщенной пшенице количество сырого протеина меньше, чем в нативной пшенице, на 7,8 %; крахмала – на 14,7; БЭВ – на 1,1 %. Количество клетчатки и сахара увеличивалось на 40,3 и 20,8 % соответственно, сырого жира – на 20 %. Содержание каротина в процессе проращивания увеличивается на 80,9 %. При проведении исследования установлено, что в экструдированной смеси с включением пророщенного зерна, по сравнению с экструдированной пшеницей, увеличивается содержание сахаров, каротина, сырой клетчатки, БЭВ и снижается доля сырого протеина, крахмала. Обменная энергия экструдированных смесей была ниже по сравнению с экструдатом пшеницы, но превышала нативную пшеницу. При добавлении 10 % пророщенной пшеницы обменная энергия готового корма составляла 12,7 МДж/кг, а с добавлением 25 % – 12,58 МДж/кг. При этом наиболее оптимальной по питательным и энергетическим показателям является экструдированная смесь с включением пророщенной пшеницы в количестве 15 %.*

**Ключевые слова:** пшеница, проращивание, экструдат, корм, смесь, питательная ценность, энергетическая ценность.

**Vasily V. Matyushev**

Krasnoyarsk State Agrarian University, head of the chair of merchandizing and product quality control of agrarian and industrial complex, doctor of technical sciences, professor, E-mail: matyushe@yandex.ru

**Irina A. Chaplygina**

Krasnoyarsk State Agrarian University, associate professor of the chair of merchandizing and product quality control of agrarian and industrial complex, candidate of biological sciences, associate professor, Russia, Krasnoyarsk, E-mail: ledum\_palustre@mail.ru

**Alexander V. Semenov**

Krasnoyarsk State Agrarian University, associate professor of the chair of mechanization and technical service in agrarian and industrial complex, candidate of technical sciences, associate professor, Russia, Krasnoyarsk, e-mail: dfmsh@kgau.ru

**USING SPROUTED WHEAT GRAINS IN EXTRUSION TECHNOLOGY**

*The aim of the research was to determine the influence of the quantitative composition of the mixture based on wheat and sprouted wheat grain on the quality indicators of extruded feed. The research objective was to determine the quality characteristics of extruded feed depending on the proportion of sprouted wheat grains introduced into the mixture. The research on the germination of wheat grain Novosibirsk 15 Elite and the extrusion of the samples was carried out in the Engineering center of FSBEI HE "Krasnoyarsk State Agrarian University". Biochemical analysis of initial raw materials, sprouted wheat and extruded feed was performed at the Research and Testing Center of Krasnoyarsk State Agrarian University. Four variants of extruded mixtures of native and sprouted wheat grains were used in the research. Sprouted wheat was added to the content of the mixtures in the amount of 10 %, 15 %, 20 % and 25 %. It was found that the amount of raw protein in sprouted wheat had been less than in native wheat by 7.8 %, starch – by 14.7 %, and BEV by 1.1 %. The amount of fiber and sugar increased by 40.3 % and 20.8 % respectively, and raw fat – by 20 %. The content of carotene during the germination process was increased by 80.9 %. When conducting the research, it was found that in the extruded mixture with the inclusion of sprouted grain, compared with extruded wheat, the content of sugars, carotene, crude fiber, BEV had increased and the proportion of crude protein and starch had decreased. The exchange energy of the extruded mixtures was lower compared to wheat extrudate, but higher than of native wheat. When adding 10 % of sprouted wheat the exchange energy of the finished feed was 12.7 MJ/kg, and with the addition of 25 % – 12.58 MJ/kg. At the same time, the most optimal in terms of nutrition and energy indicators was extruded mixture with the inclusion of sprouted wheat in the amount of 15 %.*

**Keywords:** *wheat, germination, extrudate, feed, mixture, nutritional value, energy value.*

**Введение.** В рыночных условиях сельскохозяйственные предприятия стремятся сократить издержки на производство. Развитие животноводческой отрасли напрямую связано с состоянием кормовой базы. Большая часть затрат на производство продукции приходится на получение кормов (65–75 %). Состав и питательная ценность рационов не всегда отвечает физиологическим потребностям сельскохозяйственных животных.

Для повышения продуктивности в состав рационов животных вводят кормовые добавки, используют различные способы подготовки кормов к скармливанию [1]. Одним из перспективных направлений повышения продуктивности скотоводства является использование сбалансированных рационов кормления животных по питательным и биологически активным веществам.

Обогащение кормов биологически активными веществами возможно за счет использования пророщенного зерна, имеющего в своем составе природные антиоксиданты, повышенное со-

держание микронутриентов и легкоусвояемые формы питательных веществ [2–4].

При этом остается проблема получения и сохранности пророщенного зерна без ущерба для его уникальных свойств. Решение данной проблемы в скотоводстве возможно за счет подготовки зерновых кормов, обработанных методом экструдирования с предварительным проращиванием одного из компонентов.

В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на подбор количественного и качественного состава пророщенного зерна в составе смеси перед экструдированием корма.

**Цель исследования:** изучить влияние количественного состава смеси на основе пшеницы и пророщенного зерна пшеницы на качественные показатели экструдированного корма.

**Задача исследования:** определить качественные характеристики экструдированного корма в зависимости от доли вносимого в смесь пророщенного зерна пшеницы.

**Объекты и методы исследования.** Исследование по проращиванию зерна пшеницы Новосибирская 15 Элита и экструдированию образцов проводилось в Инжиниринговом центре ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет». Замачивание и проращивание производили в воде при температуре  $20 \pm 1$  °С. Зерно в течение 2 мин промывали проточной водой и замачивали в равном объеме в воде на 6 ч. После замачивания зерно промывали проточной водой в течение 1 мин. Набухшее зерно пшеницы влажностью 46 % и слоем 20 см проращивали в затемненных емкостях. Проращивание проводили при температуре воздуха 20 °С в течение 72 ч (с учетом времени замачивания). Каждые 6 ч зерно перемешивали для снижения температуры в толще зерновой массы и через 12 ч зерно промывали проточной водой в течение 1 мин для поддержания требуемой для прорастания влажности.

Пророщенное зерно (с ростками и корешками до 2 мм) смешивали с непророщенным зерном пшеницы. Полученные смеси экструдировали на экструдере ЭК-100. Биохимический анализ исходного сырья, пророщенной пшеницы и экструдированного корма проводили в Научно-исследовательском испытательном центре Красноярского ГАУ.

**Результаты исследования и их обсуждение.** На начальном этапе для вывода экструдера на рабочий режим (120–130 °С) экструдировали нативную пшеницу. При поступлении пророщенной пшеницы в экструдер установлено, что температура в течение 5 мин снижалась до 92 °С, а полученный стренг отличался повышенной влажностью (27–34 %). Поэтому, учитывая, что влажность пророщенной пшеницы составляла 49,4 % и оптимальную для осуществления процесса экструзии влажность сырья в пределах 18–20 %, готовили смеси с нативной пшеницей.

С целью выявления оптимального по питательным и энергетическим показателям состава кормов исследовано четыре варианта экструдированных смесей из нативного и пророщенного зерна пшеницы. Соответственно пророщенную пшеницу вносили в состав смесей в количестве 10; 15; 20 и 25 %. Химический состав зерна пшеницы в нативном и пророщенном состоянии, а также полученные экструдаты пшеницы и смесей на ее основе представлены на рисунке 1.

Отмечено, что в процессе экструзии содержание сырого протеина в пшенице изменяется незначительно (в пределах одного процента от нативной пшеницы). Количество крахмала и клетчатки снижается на 14,7 и 17,7 % соответственно, при этом в 2 раза увеличивается количество сахаров и на 4 % безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ). Содержание сырого жира и золы в экструдате снижалось в среднем в 1,4–1,5 раза.

В пророщенной пшенице количество сырого протеина меньше, чем в нативной пшенице, на 7,8 %; крахмала – на 14,7; БЭВ – на 1,1 %. Количество клетчатки и сахара увеличивалось на 40,3 и 20,8 % соответственно, сырого жира – на 20 %. Количество золы на 47 % ниже.

Содержание каротина в процессе экструзии не снижается, а в процессе проращивания наблюдается увеличение его количества на 80,9 %. Кроме того, в пророщенной пшенице содержание фосфора в 6 раз, а кальция в 1,5 раза выше, чем в нативном зерне.

Анализ экструдированных кормов из смесей нативного и пророщенного зерна пшеницы показал, что во всех исследуемых вариантах количество сырого протеина было ниже, чем в нативном и экструдированном зерне пшеницы. При этом количество протеина снижается с увеличением доли пророщенного зерна (рис. 1). В смесях, содержащих 10; 15 и 20 % пророщенного зерна, количество сырого протеина составляло соответственно 14,98; 14,87; 14,72 %. Смесь, содержащая 25 % пророщенной пшеницы отличалась более высоким содержанием протеина (15,04 %), что связано со снижением температуры протекания процесса экструзии (101 °С) в связи с более высокой влажностью сырья (23 %).

Содержание сырой клетчатки и сахара в экструдированных кормах повышалось с увеличением доли пророщенной пшеницы в составе смеси. Количество клетчатки изменялось в пределах от 3,56 % в варианте с добавлением 10 % пророщенного зерна до 6,24 % в варианте с 25 % пророщенного зерна пшеницы, количество сахара соответственно от 5,11 до 5,58 % в этих же вариантах. Содержание крахмала в экструдированных кормах составляло 23,2–26,8 %. Количество БЭВ в экструдированных смесях было выше, по сравнению с нативным зерном пшеницы, и ниже, чем в экструдированной пшенице, и варьировало в пределах 74,5–75,6 %

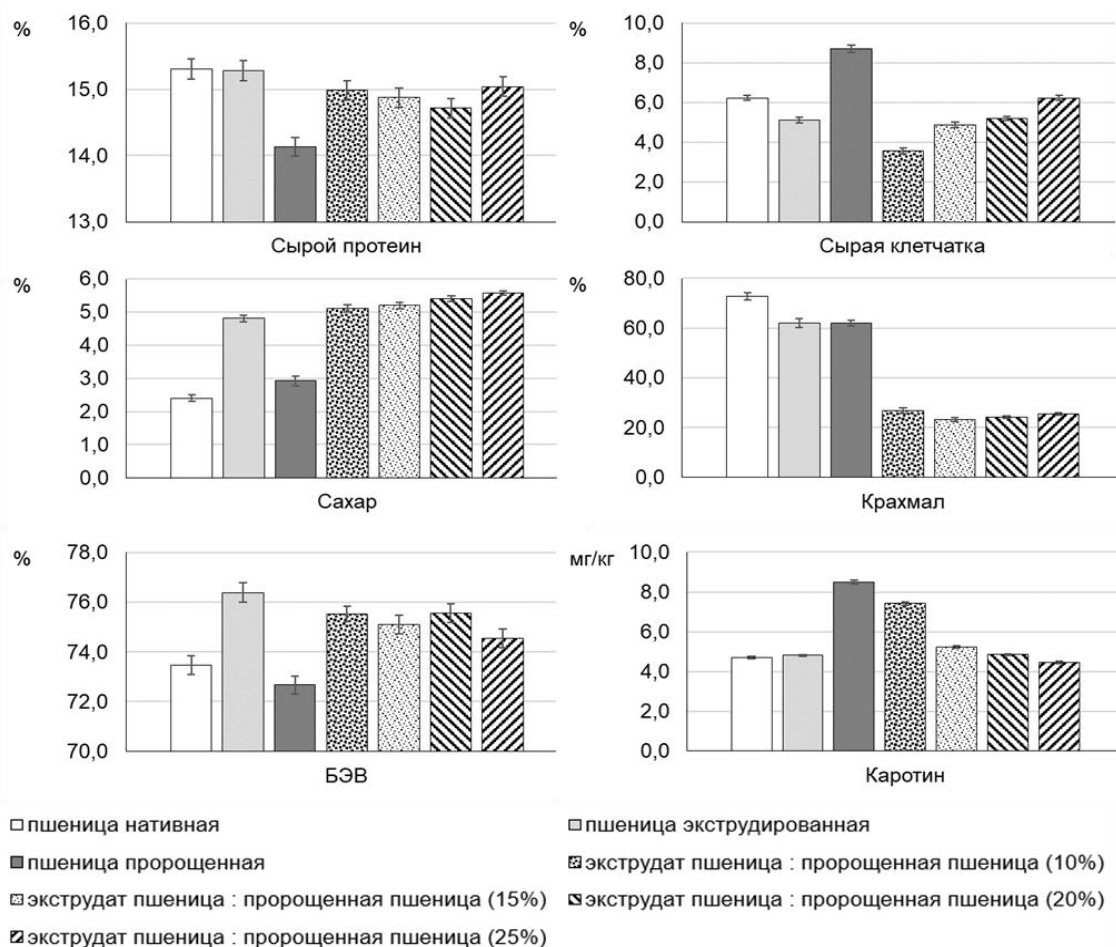


Рис. 1. Состав нативного и пророщенного зерна пшеницы и их смесей после экструзии (на сухое вещество)

Количество каротина в экструдированных кормах с пророщенной пшеницей значительно превышало его количество в зерне пшеницы как без обработки, так и после экструзии. Тем не менее, отмечено, что при увеличении количества пророщенного зерна пшеницы в составе смеси количество каротина значительно снижается. Так, при использовании смеси, содержащей 10 % пророщенной пшеницы, количество каротина составляло 7,4 мг/кг, при внесении 15 % пророщенного зерна снижалась до 5,2 мг/кг и далее до 4,8 и 4,5 мг/кг при увеличении количества пророщенного зерна в составе смеси.

Более высокое содержание сахара в полученных экструдированных кормах с добавлением пророщенной пшеницы позволит сократить расход других сахаросодержащих компонентов корма (корнеплоды), вводимых для поддержания сахаро-протеинового отношения рациона [5].

Увеличение содержания сахаров и каротина, снижение доли крахмала и БЭВ в экструдированных кормах с пророщенным зерном отмечалось в исследованиях других авторов [6, 7].

Изменение обменной энергии в исходном сырье и продуктах экструзии представлено на рисунке 2.

По сравнению с нативной пшеницей обменная энергия экструдированной пшеницы увеличилась на 1,8 %, а пророщенной уменьшилась на 1,6 %.

Обменная энергия экструдированных смесей была ниже по сравнению с экструдатом пшеницы, но превышала нативную пшеницу. По мере увеличения количества пророщенного зерна в экструдированных смесях обменная энергия снижалась. Так, в варианте с добавлением 10 % пророщенной пшеницы обменная энергия готового корма составляла 12,7 МДж/кг, а с добавлением 25 % – 12,58 МДж/к

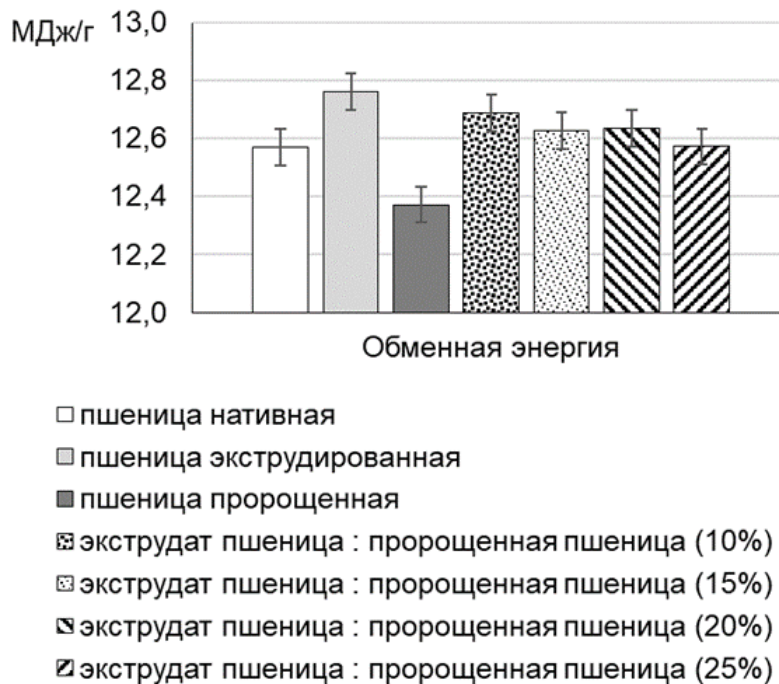


Рис. 2. Обменная энергия нативного и пророщенного зерна пшеницы и их смесей после экструзии (на сухое вещество)

Таким образом, следует отметить, что подготовка кормов в скотоводстве за счет использования пророщенного зерна в составе смесей при экструдировании целесообразна по сравнению с экструдированием одного компонента.

**Выводы.** Проведенное исследование показало, что в экструдированной смеси с включением пророщенного зерна по сравнению с экструдированной пшеницей увеличивается содержание сахаров, каротина, сырой клетчатки, БЭВ и снижается доля сырого протеина, крахмала. С увеличением количества пророщенного зерна в экструдированных смесях обменная энергия уменьшается. При этом наиболее оптимальной по питательным и энергетическим показателям является экструдированная смесь с включением пророщенной пшеницы в количестве 15 %.

### Литература

1. Лухт Х-В. Горох в кормлении животных // Животноводство России. 2004. № 9. С. 33.
2. Сайфулин А.С. Влияние экструдированного корма с предварительным проращиванием рапса на организм крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2018. 23 с.
3. Околелова Т.М. Повышение ценности зерна проращивание // Комбикорма. 1999. № 2. С. 36–37.
4. Батанов С.Д., Березкина Г.Ю., Калашникова Е.С. Влияние скармливания пророщенного зерна на репродуктивные качества крупного рогатого скота // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. 2013. № 1. С. 24–27.
5. Калашникова А.П., Клейменов И.И., Баканов В.Н. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 1985.
6. Швецов Н.Н., Зуев Н.П., Наумов М.М. и др. Химический состав и питательность зерна пшеницы, ячменя и кукурузы в зависимости от способов подготовки их к скармливанию // Вестник АГАУ. 2015. № 12. С. 101–106.
7. Швецов Н.Н., Швецова М.Р., Иевлев М.Ю. и др. Новые кормосмеси с пророщенным и экструдированным зерном для дойных коров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 47–49.

**Literatura**

1. *Luht H-V.* Goroh v kormlenii zivotnyh // *Zhivotnovodstvo Rossii.* 2004. № 9. S. 33.
2. *Sajfulin A.S.* Vlijanie jekstrudirovannogo korma s predvaritel'nym prorashhivaniem rapsa na organizm krupnogo rogatogo skota: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Kazan', 2018. 23 s.
3. *Okolelova T.M.* Povyshenie cennosti zerna prorashhivanie // *Kombikorma.* 1999. № 2. S. 36–37.
4. *Batanov S.D., Berezkina G.Ju., Kalashnikova E.S.* Vlijanie skarmlivaniya proroshhennogo zerna na reproduktivnye kachestva krupnogo rogatogo skota // *Uchenye zapiski KGAVM im. N.Je. Baumana.* 2013. № 1. S. 24–27.
5. *Kalashnikova A.P., Klejmenov I.I., Bakanov V.N.* i dr. Normy i raciony kormlenija sel'skohozjajstvennyh zivotnyh. M.: Agropromizdat, 1985.
6. *Shvecov N.N., Zuev N.P., Naumov M.M.* i dr. Himicheskij sostav i pitatel'nost' zerna pshenicy, jachmenja i kukuruzy v zavisimosti ot sposobov pod-gotovki ih k skarmlivaniju // *Vestnik AGAU.* 2015. № 12. S. 101–106.
7. *Shvecov N.N., Shvecova M.R., Ievlev M.Ju.* i dr. Novye kormosmesi s proroshhennym i jekstrudirovannym zemom dlja dojnyh korov // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii.* 2014. № 1. S. 47–49.

