

2. Фефелова И.А., Шелепов В.Г., Кашина Г.В. и др. Новые технологии переработки растительного сырья // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 5. – С. 367–370.
3. Ратникова Л.Б., Влощинский П.Е., Широченко Г.И. и др. Вакуумная инфракрасная сушка – технология щадящей переработки растительного и животного сырья // Вестн. Сибирского университета потребительской кооперации. – 2012. – № 1(2). – С. 96–101.
4. Мороз Г.М., Мавлеева О.Р. Влияние вакуумной упаковки на реализацию и процесс хранения рыбы холодного копчения // Вестн. торгово-технологического института. – 2010. – № 3. – С. 56–60.
5. Пахомова И.В. Влияние упаковки на сохранность новых вафель // Вестн. Сибирского университета потребительской кооперации. – 2014. – № 4 (11). – С. 73–76.
2. Fefelova I.A., Shelepov V.G., Kashina G.V. i dr. Novye tehnologii pererabotki rastitel'nogo syr'ja // Vestn. KrasGAU. – 2012. – № 5. – С. 367–370.
3. Ratnikova L.B., Vloshhinskij P.E., Shirochenko G.I. i dr. Vakuumnaja infrakrasnaja sushka – tehnologija shhadjashhej pererabotki rastitel'nogo i zhitovnogo syr'ja // Vestn. Sibirskogo universiteta potrebitel'skoj kooperacii. – 2012. – № 1(2). – С. 96–101.
4. Moroz G.M., Mavleeva O.R. Vlijanie vakuumnoj upakovki na realizaciju i process hranenija ryby holodnogo kopchenija // Vestn. trgovotehnologicheskogo instituta. – 2010. – № 3. – С. 56–60.
5. Pahomova I.V. Vlijanie upakovki na sohrannost' novyh vafel' // Vestn. Sibirskogo universiteta potrebitel'skoj kooperacii. – 2014. – № 4 (11). – С. 73–76.

#### Literatura

1. Korotkij I.A., Rasshhepkin A.N., Fedorov D.E. Opredelenie rezhimov fljuidizacii pri



УДК 664.663.9

Чаплыгина И.А., Матюшев В.В.,  
Семенов А.В., Барановская Ю.Н., Шпирук Ю.Д.

#### АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЭКСТРУДАТОВ НА ОСНОВЕ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И КАРТОФЕЛЯ

I.A. Chaplygina, V. V. Matyushev,  
A.V. Semenov, Yu.N. Baranovskaya, Yu.D. Shpiruk

#### THE ANALYSIS OF POWER VALUE EXTRUDATE ON THE BASIS OF GRAIN OF WHEAT AND POTATOES

**Чаплыгина И.А.** – канд. биол. наук, доц. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ledum\_palustre@mail.ru

**Матюшев В.В.** – д-р техн. наук, проф. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

**Чаплыгина И.А.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: ledum\_palustre@mail.ru

**Matyushev V.V.** – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: don .matyusheff2015@yandex.ru

**Семенов А.В.** – канд. техн. наук, доц. каф. механизации сельского хозяйства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

**Барановская Ю.Н.** – асп. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: djulia.uli@yandex.ru

**Шпирук Ю.Д.** – асп. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: shpiruk57@mail.ru

Эффективным способом повышения питательной ценности кормов является рациональная замена в экструзионных технологиях зерна злаковых культур на поликомпонентные смеси с использованием местных сырьевых ресурсов, в том числе и нетрадиционных. Картофель, а также отходы картофельного производства, обладают ценными питательными и кормовыми свойствами и эффективно применяются в кормлении животных. Были проведены исследования по получению экструдатов из зерна пшеницы и картофеля. Для подготовки сырья к экструдированию использовалось разработанное оборудование для очистки, измельчения картофеля и его смешивания с зерном пшеницы. Содержание основных питательных веществ и энергетическая ценность экструдатов на основе измельченного зерна пшеницы с добавлением измельченного картофеля или картофельной мезги значительно изменяется по сравнению с исходным сырьем и экструдированной пшеницей. Содержание белка в экструдированной пшенице и экструдированных смесях, содержащих картофель, незначительно снижается. Содержание клетчатки в экструдатах с добавлением картофеля уменьшается до 69,2 %. В процессе экструдирования значительно снижается влажность получаемой продукции, что способствует увеличению сроков хранения и рациональному использованию кормов. Использование картофеля в качестве компонента экструдатов позволяет получить продукцию высокого качества с более низкой себестоимостью, в том числе за счет сокращения расхода фуражного зерна. По содержанию обмен-

**Semenov A.V.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Mechanization of Agriculture, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: don.matyusheff2015@yandex.ru

**Baranovskaya Yu.N.** – Post-Graduate Student, Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: djulia.uli@yandex.ru

**Shpiruk Yu.D.** – Post-Graduate Student, Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: shpiruk57@mail.ru

ной энергии экструдированные корма с добавлением картофеля превосходят экструдат пшеницы на 1,32 МДж/кг сухого вещества. Обменная энергия всех исследуемых образцов из смеси пшеницы с картофелем после экструзии возрастает в среднем на 26,7 % по сравнению с исходным сырьем. Наилучшие значения энергетической ценности экструдата получены при добавлении в смесь 5 % картофельной мезги.

**Ключевые слова:** пшеница, картофель, смесь, корма, экструдирование, технология, пищевая ценность, энергетическая ценность.

Effective way of increasing nutritional value of feed is rational replacement in extrusive technologies of grain of cereals by multicomponent mixes with use of local raw material resources, including nonconventional ones. Potatoes and also the waste of potato production possess valuable nutritious and fodder properties and are effectively applied in feeding of animals. The researches on receiving extrudate from grain of wheat and potatoes were conducted. For preparation of raw materials for extruding the developed equipment for cleaning, crushing of potatoes and its mixing with wheat grain was used. The content of essential nutrients and energy value based extrudates chopped wheat supplemented with crushed potato or potato pulp varies considerably compared with the feed and extruded wheat. Chopped wheat and extrudated mixes protein content containing potatoes slightly decreased. The content of cellulose in extrudate with addition of potatoes decreased to 69.2 %. In the course of extruding the humidity of the received production promoting the increase in the periods of

*storage and rational use of forages considerably decreased. The use of potatoes as a component of extrudate allows receiving quality production with lower prime cost, including due to the reduction of fodder grain consumption. Extruded forages with addition of potatoes surpass in the maintenance of exchange energy extruded wheat on 1.32 MJ/kg of dry material. The exchange energy of all studied samples from wheat mix with potatoes after extrusion increased on average for 26.7 % in comparison with initial raw materials. The best values of power value of extrudate were received at addition in mix of 5 % of potato pulp.*

**Keywords:** *wheat, potatoes, mix, feed, extrusion, technology, nutritional value, energy value.*

**Введение.** Сохранение здоровья, повышение продуктивности и, как следствие, получение качественной продукции животноводства напрямую зависит от кормления сельскохозяйственных животных [1]. Важным направлением развития кормопроизводства является получение полноценных, экологически безопасных комбикормов, а также обеспечение комбикормового производства белковым сырьем растительного и животного происхождения [2].

Для производства комбикормов на российском рынке используется 70–75 % зернового сырья, в европейских странах – около 45 % [3]. Поэтому, наряду с повышением качества выпускаемой продукции, немаловажным фактором является и рациональное использование сырьевых ресурсов. Решению этой задачи способствуют применение в сельском хозяйстве современных ресурсо-энергосберегающих технологий переработки традиционного сырья и разработка технологий, предусматривающих рациональную замену его основных видов.

Эффективным и экономически выгодным способом повышения питательной ценности зерновых и зернобобовых компонентов кормовой массы является производство экструдированных продуктов на основе поликомпонентных смесей.

В последнее время большое внимание уделяется использованию в рационе животных природных кормовых добавок, сбалансированных по содержанию макро- и микронутриентов, которые имеют высокие питательные и кормовые свойства [4, 5]. В кормлении животных эф-

фективно применяется и служит хорошим заменителем зерновых картофеля, а также отходы картофельного производства, которые обладают ценными питательными и кормовыми свойствами [2, 6, 7].

**Цель исследования:** повышение энергетической ценности экструдатов на основе пшеницы и картофеля.

**Задачи исследования:** разработать технологическую схему получения экструдата на основе зерна пшеницы и картофеля; провести сравнительный анализ качественных показателей экструдатов, полученных на основе пшеницы и измельченного картофеля, картофельной мезги.

**Объекты и методы исследования.** Для решения поставленных задач были проведены исследования в учебно-опытном хозяйстве «Миндерлинское» ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» с использованием технологической линии производства экструдированных кормов мощностью 0,3 т/ч по готовой продукции.

Анализ качества исходного сырья и экструдатов проводился в научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

Предварительно очищенное от минеральных примесей зерно пшеницы измельчали. В качестве добавки использовали измельченный картофель и картофельную мезгу. Клубни предварительно очищали от сильно связанных остатков почвы и других загрязнений. Из части измельченного картофеля после отделения клеточного сока получали картофельную мезгу влажностью 74 %. Измельченный картофель или мезгу смешивали с измельченным зерном пшеницы (рис. 1).

Количество картофеля, добавляемого к измельченной пшенице, ограничено допустимой влажностью поступающего в экструдер исходного сырья – не более 20 %. В связи с этим компоненты добавляли в измельченное зерно пшеницы в следующем количестве: измельченный картофель – 5 %; картофельная мезга – 5; картофельная мезга – 10 %.

Полученные смеси подавали на экструдер, где подвергали кратковременному механическому и баротермическому воздействию.



Рис. 1. Схема получения экструдата на основе зерна и картофеля

Для подготовки сырья при производстве экструдированных кормов из смеси зерна пшеницы и картофеля целесообразно использовать технические решения, разработанные в ФГБОУ ВО Красноярском ГАУ: устройство для сухой очистки корнеклубнеплодов [8], измельчитель корнеклубнеплодов и центробежный смеситель (полезительные решения на полезную модель).

**Результаты исследования и их обсуждение.** В процессе экструдирования смеси значительно снижается влажность продукции, что способствует увеличению сроков хранения и рациональному использованию кормов. Наибольшая исходная влажность (19,6 %) была отмечена для смеси измельченного зерна пшеницы с добавлением 10 % картофельной мезги. Влажность полученных экструдатов варьировала от 9,42 до 13,9 %. В процессе экструзии массовая доля влаги всех образцов снижалась на 19,8–45,1 %. При этом максимальное снижение влажности после экструзии отмечено в образцах с добавлением 10 % картофельной мезги.

Анализ экструдатов измельченного зерна пшеницы с добавлением измельченного картофеля или картофельной мезги показал количественное изменение основных питательных ве-

ществ и энергетической ценности корма как по сравнению с исходной смесью, так и с экструдированной пшеницей.

Содержание белка после экструзии уменьшилось во всех образцах на 0,5–2,5 %, что согласуется с работами других авторов [4, 5]. Наибольшее снижение содержания белка отмечено в экструдате зерна пшеницы без добавления картофеля, наименьшее – в образцах с добавлением 5 и 10 % картофельной мезги. Содержание белка в экструдированной пшенице и экструдированных смесях, содержащих картофель, отличается незначительно (рис. 2). В экструдате пшеницы содержание белка составило 15,29 % от сухого веса. Экструдаты смеси пшеницы с добавлением 5 % картофельной мезги по содержанию белка несколько превышали экструдат пшеницы, однако увеличение содержания картофельной мезги в смеси не целесообразно, так как это приводит к снижению содержания белка. Содержание белка в экструдате с 5 % картофельной мезги составляло 15,38 %, при добавлении 10 % картофельной мезги снижалось до 15,08 %. Экструдаты пшеницы с добавлением измельченного картофеля содержали белка 15,10 %.

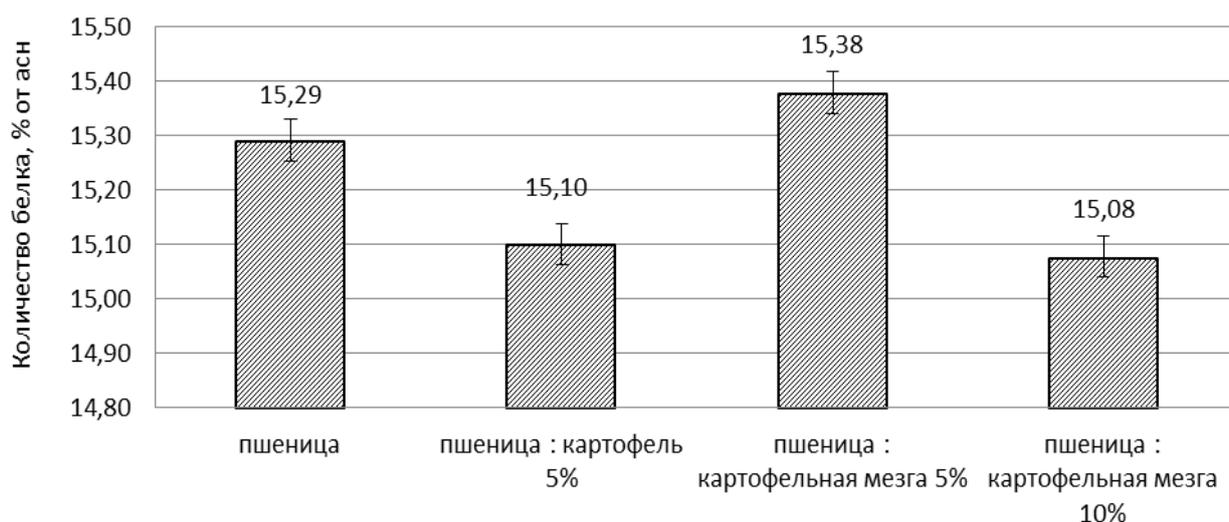


Рис. 2. Содержание белка в экструдатах

Содержание жиров в экструдатах, содержащих картофель, по сравнению с исходными смесями не изменялось.

Количество клетчатки во всех образцах значительно снижалось в процессе экструзии (рис. 3). Экструдат пшеницы содержал на 9,8 % меньше клетчатки, чем нативное зерно. Экструзионная

обработка смесей из измельченного зерна и картофеля привела к значительному снижению содержания клетчатки. Так, в смесях с 5 % картофеля количество клетчатки уменьшалось на 57,1 %. Количество клетчатки в экструдатах с добавлением 5 и 10 % картофельной мезги уменьшалось соответственно на 64,2 и 69,2 %.



Рис. 3. Содержание клетчатки в экструдатах по сравнению с исходным сырьем

Обменная энергия нативной пшеницы составляла 12,87 МДж/кг сухого веса и увеличивалась после экструзии на 10,23 %. По содержанию обменной энергии экструдированные корма с добавлением картофеля превосходят экструдированную пшеницу на 1,32 мдж/кг сухого вещества (14,19 МДж/кг). Обменная энергия всех исследуемых образцов из смеси пшеницы с картофелем в процессе экструзии возрастала в сред-

нем на 26,7 % по сравнению с исходным сырьем и составляла для экструдата из смеси пшеницы и 5 % измельченного картофеля 16,71 МДж/кг.

Замена 5 и 10 % пшеницы на картофельную мезгу позволила получить экструдат с обменной энергией соответственно 16,78 и 16,77 МДж/кг сухого вещества.

**Выводы.** Разработана технологическая схема получения экструдата на основе зерна

пшеницы и картофеля с использованием технических решений, разработанных в ФГБОУ ВО Красноярском ГАУ.

Содержание белка в экструдированной пшенице и экструдированных смесях, содержащих картофель, отличается незначительно, а содержание жиров не изменяется. По сравнению с исходной смесью количество клетчатки в экструдатах с добавлением картофеля уменьшается до 69,2 %, обменная энергия всех исследуемых образцов из смеси пшеницы с картофелем после экструзии возрастает в среднем на 26,7 %.

Наибольшие значения энергетической ценности имел экструдат при добавлении в пшеницу 5 % картофельной мезги.

Использование картофеля в качестве компонента экструдатов позволяет получить продукцию высокого качества с более низкой себестоимостью, в том числе за счет замены части фуражного зерна.

### Литература

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочник / А.П. Калашников, В.И. Фисинин [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
2. Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве: науч. анализ. обзор. – М.: Изд-во Росинформагротех, 2011. – 96 с.
3. Шевцов А.А., Дранников А.В., Коротаева А.А. и др. Анализ инновационной привлекательности использования вегетативной массы растений в комбикормах // Вестн. ВГУИТ. – Воронеж, 2013. – № 1. – С. 224–226.
4. Афанасьев В.А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 296 с.
5. Остриков А.Н., Абрамов О.В., Рудометкин А.С. Экструзия в пищевой технологии. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.
6. Воротников И.Л., Петров К.А., Кононыхин В.В. Ресурсосберегающее развитие перерабатывающих отраслей АПК // Экономика с.-х. и перераб. предприятий. – 2010. – № 10. – С. 21–23.
7. Лукин Н.Д., Плотников А.А., Кривцун Л.В. Переработка некондиционного картофеля //

- Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: материалы междунаро. заоч. науч.-практ. конф. (6–26 апреля 2015 г., г. Краснодар). – Краснодар: Изд-во ВНИИТТИ, 2015. – С. 253–255.
8. Шпирук Ю.Д., Матюшев В.В., Чаплыгина И.А. Устройство для сухой очистки корнеклубнеплодов: пат. России № 161769. – 2016.

### Literatura

1. Normy i raciony kormlenija sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh: spravocnik / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin [i dr.]. – M.: Rossel'hozakademija, 2003. – 456 s.
2. Shvanskaja I.A., Konovalenko L.Ju. Ispol'zovanie othodov pererabatyvajushhih otraslej v zhivotnovodstve: nauch. analit. obzor. – M.: Izd-vo Rosinformagroteh, 2011. – 96 s.
3. Shevcov A.A., Drannikov A.V., Korotaeva A.A. i dr. Analiz innovacionnoj privlekatel'nosti ispol'zovanija vegetativnoj massy rastenij v kombikormah // Vestn. VGUIT. – Voronezh, 2013. – № 1. – S. 224–226.
4. Afanas'ev V.A. Teorija i praktika special'noj obrabotki zernovyh komponentov v tehnologii kombikormov. – Voronezh: Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 2002. – 296 s.
5. Ostrikov A.N., Abramov O.V., Rudometkin A.S. Jekstruzija v pishhevoj tehnologii. – SPb.: GIORD, 2004. – 288 s.
6. Vortnikov I.L., Petrov K.A., Kononyhin V.V. Resursosberegajushhee razvitie pererabatyvajushhih otraslej APK // Jekonomika s.-h. i pererab. predpriyatij. – 2010. – № 10. – S. 21–23.
7. Lukin N.D., Plotnikov A.A., Krivcun L.V. Pere-rabotka nekondicionnogo kartofelja // Inno-vacionnye issledovanija i razrabotki dlja nauchnogo obespechenija proizvodstva i hranenija jekologicheski bezopasnoj sel'skhozjajstvennoj i pishhevoj produkcii: mat-ly mezhdunarod. zaoch. nauch.-prakt. konf. (6–26 aprelja 2015 g., g. Krasnodar). – Krasnodar: Izd-vo VNIITTI, 2015. – S. 253–255.
8. Shpiruk Ju.D., Matjushev V.V., Chaplygina I.A. Ustrojstvo dlja suhoj ochistki korneklubneplodov: pat. Rossii № 161769. – 2016.