

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 664.769

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ ИЗ ОТХОДОВ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ ИНГРЕДИЕНТОВ

Куручкин А.А.

Способ производства кормов путем переработки отходов животного и растительного происхождения, включающий дозирование, измельчение и перемешивание компонентов, с последующим их экструдированием, обезвоживанием и охлаждением, осуществляемыми как непрерывный технологический процесс экструдера, оборудованного двумя вакуумными камерами. Смесь отходов экструдировается в течение 10–15 с и на выходе из фильеры обрабатывается пониженным давлением с целью получения готового продукта влажностью 12–14%. Температура экструдата на выходе из фильеры поддерживается на уровне 120–130 °С и после обработки в первой вакуумной камере продукт поступает во вторую камеру, расположенную последовательно первой и ограниченную с обеих сторон шлюзовыми затворами. Пониженное давление в первой камере составляет 0,03–0,04 МПа и регулируется с помощью вакуум-регулятора, а также величиной подсоса воздуха в камеру посредством воздушного крана. Экструдат во второй камере обрабатывается при температуре 90–100 °С и пониженном давлении 0,07–0,08 МПа. Использование предлагаемого способа позволяет повысить эффективность обезвоживания экструдата и обрабатывать сырье с повышенной влажностью и с меньшим содержанием отходов растительного происхождения.

Ключевые слова: корм, экструдер, вакуумная камера, термовакуумный эффект, отходы растительного и животного происхождения.

Введение

Рост производства продукции животноводства в Российской Федерации в значительной степени сдерживается высокой себестоимостью кормов и недостаточным содержанием в них протеина. В связи с этим большое значение приобретает изыскание новых ингредиентов, богатых белковой составляющей и способных удешевить отдельные виды кормов.

Отходы пищевых производств представляют собой легко возобновляемый дешевый и доступный источник сырья для новых высококачественных и питательных кормов и после соответствующей обработки могут приобретать кормовые свойства, в 1,5–3 раза превосходящие фуражное зерно хорошего качества [1, 11].

Одним из способов получения таких кормов является переработка отходов животного и растительного происхождения, которая включает дозирование компонентов, их измельчение, перемешивание, экструдирование и охлаждение. При этом после экструдирования предусмотрен быстрый принудительный пневмоотвод пара и воздуха из экструдата. При влажности исходной смеси выше 30% экструдирование с быстрым принудительным

пневмоотводом пара и воздуха из экструдата осуществляется дважды. При такой технологии получения корма содержание отходов животного происхождения в исходной смеси может составлять 10–80% [8].

К недостаткам этого способа переработки пищевых отходов относятся его цикличность, а также недостаточно эффективное обезвоживание получаемого экструдата и связанная с этим фактором необходимость повторного экструдирования продукта при его высокой влажности [5–7].

В Российской Федерации запатентован способ производства кормов, включающий дозирование, измельчение компонентов, их перемешивание, экструдирование, обезвоживание и охлаждение, который по своей сущности и технологическим особенностям может быть реализован как непрерывный рабочий процесс модернизированного экструдера, оборудованного специальной вакуумной камерой [9]. Интенсивность обезвоживания и охлаждения готового продукта в процессе работы экструдера регулируется величиной давления в вакуумной камере. Смесь отходов животного и растительного происхождения обрабатывается в данной машине в течение 10–15 с при температуре 105–110 °С и при выходе из фильеры поступает в вакуумную

камеру с давлением воздуха ниже атмосферного (0,05–0,09 МПа).

При такой технологии производства кормов, количество отходов растительного происхождения влажностью 10–15% может составлять 20–90% смеси, а влажность и количество отходов животного происхождения подбираются таким образом, чтобы влажность экструдированной смеси не превышала 35–40%.

На выходе из фильеры матрицы экструдера продукт разрезается на частицы длиной, не превышающей половины диаметра фильеры. Реализация данного способа обеспечивает интенсификацию термовакуумного воздействия на получаемый продукт при одновременном упрощении технологического процесса и снижении его трудоёмкости [10].

К недостаткам приведенного выше способа получения корма из отходов пищевых производств можно отнести относительно низкую эффективность обезвоживания экструдата, в результате чего продукт, получаемый из сырья с высоким содержанием отходов животного происхождения (больше 50%) или с повышенной влажностью (40–45%) требует повторной обработки [10].

Недостаточно эффективное обезвоживание экструдата объясняется относительно низкой скоростью воздушного потока у поверхности экструдата, что в свою очередь ограничивает интенсивность переноса удаляемой из экструдата жидкости с помощью пара, перемещающегося из вакуумной камеры экструдера в вакуум-баллон.

Вторым фактором, негативно влияющим на интенсивность обезвоживания получаемого экструдата, является соотношение сырья растительного и животного происхождения.

Известно, что ингредиентом, инициирующим образование пористой структуры в экструдатах, является крахмал, количество которого, в свою очередь, определяется содержанием в обрабатываемой смеси отходов растительного происхождения. При их низком содержании (40% и меньше) интенсивность образования пор в готовом продукте существенно снижается, что негативно влияет на его обезвоживание в момент декомпрессионного взрыва (при выходе из фильеры в вакуумную камеру экструдера) [4, 7].

Таким образом, в данном способе имеется формальное ограничение по содержанию одного из обрабатываемых компонентов, игнорирование которого влечет необходимость повторного экструдирования. В свою очередь это усложняет реализацию способа и существенно повышает его энергоёмкость и стоимость. При этом следует отметить, что еще одной причиной повышенной влажности экструдированной смеси может быть повышенная влажность ингредиента растительного происхождения (больше 15%) [2, 3, 12].

Цель работы – обоснование способа производства кормов путем переработки отходов раститель-

ного и животного происхождения с повышенной влажностью ингредиентов.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – конструктивно-технологическая схема одношнекового экструдера, в рабочем процессе которого реализован термовакуумный эффект.

Результаты и их обсуждение

Предлагаемое в работе техническое решение позволит повысить эффективность обезвоживания экструдата и обрабатывать с его помощью сырье с повышенной влажностью (41–50%) и с меньшим содержанием растительного сырья. С этой целью обработка смеси сырья животного и растительного происхождения осуществляется с помощью экструдера, оснащенного двумя последовательно расположенными вакуумными камерами – предварительного и окончательного обезвоживания получаемого продукта.

Камера предварительного обезвоживания выполнена соосно шнеку и фильере матрицы экструдера и в своей нижней части содержит воздушный кран. Кран служит для подсоса воздуха в вакуумную камеру, что в свою очередь интенсифицирует процесс отвода влажного пара от поверхности экструдата и дальнейшее его перемещение в вакуум-баллон. Воздушный кран находится в противоположной стороне от места размещения патрубка, соединяющего камеру с системой отвода и конденсации влаги.

Камера окончательного обезвоживания расположена последовательно основной камере и ограничена с обеих сторон шлюзовыми затворами. С помощью патрубка она также соединена с системой отвода и конденсации влаги

Каждый из двух шлюзовых затворов служит для выгрузки получаемого продукта без разгерметизации соответствующей вакуумной камеры экструдера и выполнен в виде корпуса цилиндрической формы с вращающимся в нем многолопастным ротором.

Вакуум-насос обеспечивает в соответствующих вакуумных камерах экструдера пониженное давление (давление ниже атмосферного) той или иной величины.

Вакуум-регуляторы необходимы для поддержания пониженного давления в соответствующих вакуумных камерах экструдера в заданных пределах при требуемой производительности машины, а также влажности сырья и готового продукта. Для контроля давления в вакуумных камерах экструдера служат вакуум-метры.

Предлагаемый способ приготовления кормов осуществляется следующим образом. Исходное сырье дозируется, например, с помощью двух шнековых дозаторов и подается в измельчитель-смеси-

тель, например, ножевого типа. После этого смесь поступает в бункер экструдера, где посредством загрузочной камеры направляется в шнековую часть машины. Захваченное шнеком сырье последовательно проходит зоны прессования и дозирования машины, нагревается до температуры 120–130 °С, а затем выводится через фильеру матрицы в вакуумную камеру предварительного обезвоживания. При выходе из фильеры экструдат с помощью режущего устройства разрезается на частицы с заданной длиной.

Попадая из области высокого давления (во внутреннем тракте экструдера), в зону низкого давления (в вакуумную камеру), сырье подвергается декомпрессионному взрыву, который представляет собой процесс мгновенного перехода воды, находящейся в сырье, в пар.

Следует особо отметить, что в процессе перехода воды в газообразное состояние и испарения ее с поверхности, и частично с более глубоких слоев экструдата, продукт охлаждается примерно на 20–30 °С. Происходит это вследствие адиабатического охлаждения экструдата за счет испарения части его влаги, при котором явная теплота воды переходит в скрытую теплоту водяных паров.

Образующийся горячий пар с помощью вакуумного насоса перемещается в вакуум-баллон, где часть его конденсируется и в виде жидкости стекает в нижнюю часть этого устройства. Оставшаяся часть пара удаляется вакуумным насосом в атмосферу (ротационный насос) или поглощается рабочей жидкостью (водокольцевой насос). При этом в камеру предварительного обезвоживания с помощью воздушного крана подается воздух, что в свою очередь интенсифицирует процесс отвода влажного пара от поверхности экструдата и дальнейшего его перемещения в вакуум-баллон.

Вакуум-регулятор и впускаемый в камеру воздух обеспечивают в камере предварительного обезвоживания экструдера пониженное давление

(вакуум) равное 0,03–0,04 МПа. Величина этого давления в абсолютном значении должна быть выше, чем давление во второй камере. Связано это с тем, чтобы в процессе адиабатического охлаждения экструдат не снизил свою температуру до критического значения, при котором жидкость, оставшаяся в нем после обработки в первой камере, испарялась при соответствующем давлении во второй камере.

Предварительно обезвоженный в первой камере экструдат с помощью шлюзового затвора перемещается в камеру окончательного обезвоживания. В сравнении с первой камерой в ней поддерживается более низкое рабочее давление (вакуум), равное 0,07–0,08 МПа. Этого давления достаточно для того, чтобы вода, находящаяся в экструдате с температурой примерно 90–100 °С, снова закипела и превратилась в пар. Образующейся пар удаляется за пределы камеры окончательного обезвоживания в вакуум-баллон.

Содержание влаги в экструдированном продукте регулируют за счет давления в обеих вакуумных камерах с помощью вакуум-регуляторов, а также величиной подсоса воздуха посредством воздушного крана камеры предварительного обезвоживания.

Выводы

В предлагаемом способе производства кормов поставленная цель осуществляется за счет синергетического эффекта от совместного действия различного по величине рабочего давления в камерах предварительного и окончательного обезвоживания экструдера. В конечном итоге предлагаемое техническое решение позволит повысить эффективность обезвоживания экструдата и обрабатывать с его помощью сырье с повышенной влажностью (41–50%) и с меньшим содержанием растительного ингредиента.

Список литературы

- [1] Багно О.А. Использование экструдированной кормовой смеси на основе отходов пищевой и перерабатывающей промышленности при откорме молодняка свиней /О.А. Багно, С.Н. Белова, О.Н. Прохоров //Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 10. С. 75–77.
- [2] Инновации в экструзии /А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов. [и др.]. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 247 с.
- [3] Курочкин А.А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата / А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 17–22.
- [4] Курочкин А.А. Технология производства кормов на основе термовакуумной обработки отходов с/х производства /А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // Инновационная техника и технология. 2014. № 4. С. 36–40.
- [5] Курочкин А.А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 15–20.
- [6] Курочкин А.А. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера /А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4 (32). С. 172–177.
- [7] Курочкин А.А. Совершенствование технологии переработки биологических отходов / А.А. Курочкин,

- Д. И. Фролов, Г. В. Шабурова // Пищевые инновации и биотехнологии: сб. материалов V Междунар. науч. конф. Кемерово: Изд-во Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университет). 2017. С. 79–80.
- [8] Пат. 2215427 Российская Федерация МПК А23 К1/10. Способ переработки отходов животного и растительного происхождения /заявители и патентообладатели: О. Ю. Красильников, В. Л. Литман; № 2000119049; заявл. 17.07.2000; опубл. 10.11.2003, Бюл. № 31. 10 с.
- [9] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 В29С47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, Р. В. Шабнов, А. А. Курочкин, В. А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 7с.
- [10] Пат. 2610805 Российская Федерация МПК А23К 40/25, А23К 10/26, А23К 10/37. Способ производства кормов /заявители: П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, А. Л. Мишанин; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенский ГТУ. № 2015119627; заявл. 25.05.2015; опубл. 12.02.2017, Бюл. № 5. 8 с.
- [11] Шванская И. А. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве: науч. анализ. обзор./И.А. Шванская, Л. Ю. Коноваленко – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 96 с.
- [12] Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 29–34.

METHOD OF PRODUCTION OF FEED FROM WASTE ANIMAL AND VEGETABLE ORIGIN WITH HIGH HUMIDITY INGREDIENTS

Kurochkin A.A.

A method of feed production by processing animal and vegetable waste, including dosing, grinding and mixing of components, followed by their extrusion, dehydration and cooling, carried out as a continuous technological process of the extruder equipped with two vacuum chambers. The waste mixture is extruded for 10–15 seconds and at the outlet of the die is treated with low pressure in order to obtain the finished product with a moisture content of 12–14%. The temperature of the extrudate at the outlet of the die is maintained at 120–130 °C and after processing in the first vacuum chamber, the product enters the second chamber, located in series with the first and limited on both sides by the sluice gates. The reduced pressure in the first chamber is 0.03–0.04 MPa and is regulated by a vacuum regulator, as well as the amount of air suction into the chamber by means of an air tap. The extrudate in the second chamber is processed at a temperature of 90–100 °C and a reduced pressure of 0.07–0.08 MPa. The use of the proposed method makes it possible to increase the efficiency of dehydration of the extrudate and process raw materials with high humidity and with a lower content of waste of plant origin.

Keywords: feed, extruder, vacuum chamber, thermal vacuum effect, waste of plant and animal origin.

References

- [1] Bagno, O.A. The Use of extruded feed mixture based on waste from the food and processing industry in the fattening of young pigs /O. A. Bagno, S. N. Belova, O. N. Prokhorov //Achievements of science and technology of agriculture. 2017. Vol. 31. No 10. pp. 75–77.
- [2] Innovations in extrusion /A. A. Kurochkin, P. K. Garkina, A. Blinokhvatova. [et al.] Penza: RIO PHAU, 2018. 247 p.
- [3] Kurochkin, A. A. System approach to the development of the extruder for thermal vacuum treatment of the extrudate /A. A. Kurochkin // Innovative machinery and technology. 2014. No 4 (01). pp. 17–22.
- [4] Kurochkin, A. A. The technology of fodder production on the basis of thermal waste treatment/agricultural production /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Innovative machinery and technology. 2014. No. 4. pp. 36–40.
- [5] Kurochkin, A. A. Theoretical substantiation of the thermal vacuum effect in the working process of the modernized extruder /A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronin //proceedings of the Samara state agricultural Academy. 2015. No 3. pp. 15–20.
- [6] Kurochkin, A. A. Determination of the main parameters of the vacuum chamber of the modernized extruder /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov, P. K. Voronin //Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy. 2015. No 4 (32). pp. 172–177.

- [7] Kurochkin, A. A. improving the technology of processing biological waste /A. A. Kurochkin, D.I. Frolov, G.V. Shaburova //Food innovation and biotechnology: materials of the V mezhdunar. science. Conf. Kemerovo: Kemerovo Institute of food technology (University), 2017. pp. 79–80.
- [8] Pat. 2215427 Russian Federation IPC A23 K1/10. Method of processing waste of animal and vegetable origin /applicants and patent holders: O. Yu. Krasilnikov, V.L. Litman; № 2000119049; application. 17.07.2000; publ. 10.11.2003, byl. No. 31. 10 p.
- [9] Pat. 2561934 Russian Federation МПК7 B29C47/12. Extruder with vacuum chamber /appellants: G. V. shaburova, P.K. Voronina, R. V. Shanov, A.A. Kurochkin, V.A. Avrorov; applicant and patentee FGOU IN Penza state technological University. № 2014125348; declared. 23.06.2014; publ. 10.09.2015, Byul. No. 25. 7 p.
- [10] Pat. 2610805 Russian Federation IPC A23K 40/25, A23K 10/26, A23K 10/37. Method of production of feed /appellants: P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, L. A. mishanin; patentee FGOU VPO Penza state technical University. № 2015119627; declared. 25.05.2015; publ. 12.02.2017, Byul. No. 5. 8 p.
- [11] Svenska, I. A. the Use of waste processing industries in livestock: scientific. analyte. review./ I. A Svenska, L. Yu. Konovalenko. M.: FSBSI ««Rosinformagrotech», 2011. 96 p.
- [12] Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in an extruder with a vacuum chamber / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronin // Innovative machinery and technology. 2015. № 1 (02). pp. 29–34.