



## ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ВАЛКОВО-ШЕСТЕРЁННОМ ЭКСТРУДЕРЕ

В.Н. Невзоров

д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой технологии, оборудования бродильных и пищевых производств  
М.А. Янова (фото)

к.с.-х.н., доцент, доцент кафедры товароведения и управления качеством продукции АПК

ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск

*Зерно, технология,  
патентный поиск,  
оборудование, валково-  
шестерённый экструдер,  
обработка зерна*

*Grain, technology,  
patent search, equipment,  
roller-gear extruder,  
grain processing*

В большинстве хозяйств Сибири, особенно в крестьянских (фермерских) хозяйствах, процесс приготовления кормов состоит из измельчения, смешивания, иногда – гранулирования. Однако все эти способы не позволяют значительно повысить качественные характеристики зерновых культур за счёт активного влияния на молекулу белка, так как из-за большого содержания крахмала усвояемость зерна и продуктов его переработки не превышает 60%. Экструзионная переработка существенно модифицирует зерно. Основные и наиболее важные изменения происходят при «взрыве» – резком падении давления и температуры, при выходе продукта из экструдера разрушаются клеточные стенки, разрываются химические связи, меняются физическая и молекулярная структура сырья [1, 2]. Экструзионный процесс обработки в сельскохозяйственном производстве охватывает широкий спектр органических материалов, включающий пищевое сырьё растительного и животноводческого происхождения. Такое широкое использование экструзии в сельскохозяйственном производстве определяется использованием технологического процесса, совмещающего термическую гидравлическую и механо-химическую обработку растительного и животноводческого сырья.

На современном этапе развития технологии экструдирования сельскохозяйственного сырья был получен целый комплекс преимуществ по сравнению с другими видами технологических процессов его обработки. К основным преимуществам современного оборудования для экструзии относятся интенсификация производственного процесса, повышение степени использования сырья, получение готовых к применению пищевых продуктов, обладающих высокой водной и жиросодержающей способностью. Кроме того, современные процессы экструзионной обработки растительного и животноводческого сырья снижают производственные и трудовые затраты, расширяют ассортимент пищевых продуктов и повышают их усвояемость, снижают микробиологическую обсеменённость продуктов и уменьшают загрязнённость окружающей среды [3, 4].

Наиболее широкое применение экструзионные методы обработки растительного сырья нашли в животноводстве при приготовлении кормов, так как в процессе экструзии получается корм, который обладает следующими качествами:

- высокий уровень усвояемости (около 95%), что обеспечивает повышение продуктивности животных наряду с уменьшением расхода кормов;

- снижается себестоимость производства кормов;

- обеспечивается стерильность кормов, причём она сохраняется даже при долгом хранении;

- высокие органолептические показатели экструдированных кормов обеспечивают высокую поедаемость и снижение потерь корма;

- экструдированные корма имеют высокий срок хранения без снижения качества;

- экструдированные корма стимулируют прирост живой массы животных, так как полностью усваиваются их пищеварительной системой.

Процесс приготовления кормов методом экструзионной переработки зерна осуществляется при температуре 120–180°C и давлении 20–30 Атм., при этом происходит гидролиз крахмала с увеличением количества декстринов и общих сахаров, разрушается структура стенок клетчатки. Клетчатка распадается на вторичный сахар, в результате чего улучшаются переваривание кормов и вкусовые качества, уничтожается патогенная микрофлора [1, 5].

В настоящее время на рынке для производства экструдированных продуктов предлагается большой перечень технологического оборудования, которое выполнено однотипно, линейно, с одним рабочим валом. В конструкцию серийно выпускаемых экструдеров в приёмочную воронку встроены специальный магнитоулавливающий элемент для отбора частиц металла, которые могут попасть в него вместе с зерновыми культурами. В самом рабочем органе экструдера зернового происходит продавливание массы через формирующую фильеру. Производительность оборудования может быть различной и варьирует от восьмидесяти до ста килограмм изготовленного зерна в час работы установки. Конструкция экструдера состоит из таких важных рабочих элементов, как электрический двигатель и бункер для загрузки в него сырья. Также в конструкцию экструдера входят подшипниковый узел, который оснащён двумя подшипниками, специальный лоток. Загрузка зерна в приёмный бункер происходит посредством работы специальной горловины загрузочного типа с приспособленной лейкой. Таким образом, минимизируется утечка зерна во время закладки его в аппарат. Экструдер зерновой оснащается специальной камерой, в которой зерно и другое сырьё подвергаются прессова-

нию, именно в процессе прессования зерно как бы взрывается изнутри. Такая обработка зерна делает его более питательным для животных. Принцип работы прессовальной камеры напоминает изготовление попкорна, то есть зерно становится более воздушным и более легко поддается усвоению организмом животных.

Цель исследования – совершенствование технологии экструзии зерновых культур с использованием нового ресурсосберегающего оборудования.

#### **Методы и результаты исследования**

Решение поставленной цели осуществлялось методами организации патентных исследований по российским и международным информационным базам, по запатентованным конструктивным решениям экструдирования зерновых культур. Результатом исследования явилась разработка новой конструкции валково-шестерённого экструдера с высокой производительностью и качественной экструзией зерна.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является валково-шестерённый экструдер (Патент РФ № 2274551, В29С 47/10, В29С 47/52, А23Р 1/12, А23Р 11/16, 20.04.2006 – прототип), включающий загрузочное устройство, которое содержит токопроводящий рабочий орган и корпус из неэлектропроводного материала, на внутренней поверхности которого расположена токопроводящая обечайка (токопроводящий рабочий орган и обечайка соединены с источником электрического тока промышленной частоты), рабочую камеру с расположенными в ней двумя шестерёнными валками, и формирующее устройство, снабжённое электрическим нагревательным элементом. При этом загрузочное устройство выполнено герметично и дополнено в верхней части разрыхлителем и конфузоре с сеткой для улавливания мучных частиц и штуцером для подключения к всасывающему отверстию вакуумного насоса. Причём в верхней части разрыхлитель снабжён диффузором со штуцером для подключения к нагнетающему отверстию вакуумного насоса [6].

Недостатками данного устройства являются сложность конструкции, неуправляемый технологический процесс и значительные потери времени на производство продукции.

Разработка новой конструкции валково-шестерённого экструдера производилась с учётом состояния поступающего зерна в сложных природно-климатических условиях его заготовки в

Сибири. Основным условием для сбережения и дальнейшего использования проросшего зерна является обязательное снижение его влажности, однако использование традиционных методов сушки зерна неэффективно из-за их высокой затратности. Энергозатраты составляют более 60% всех затрат на обеспечение сохранности влажного зерна. Кроме того, на многих предприятиях применяются старые технологии, которые обеспечивают коэффициент полезного действия не более 50%, что также сказывается на себестоимости конечной продукции.

Техническим результатом, получаемым от использования валково-шестерённого экструдера, является упрощение конструкции экструдера, ав-

томатизированное управление технологическим процессом получаемой продукции и сокращение времени на её производство.

Схема предлагаемого валково-шестерённого экструдера представлена на рисунке 1.

Валково-шестерённый экструдер работает следующим образом: увлажнённое сырьё поступает в загрузочное устройство 1 с пустотелым валом 2 и месильными лопастями 3 через крышку 4 с входным устройством 5. В корпусе загрузочного устройства 1 создаётся повышенное давление в результате подключения с помощью штуцера устройства приёма воздуха 6 к нагнетающему отверстию вакуумного насоса 16. Вращение вала 2 с месильными лопастями 3 по часовой стрелке производится управляемым двигателем 15 с редуктором. Месильные лопасти 3 имеют отверстия с противоположной стороны вращению вала, что предохраняет их от забивания отверстий продуктом переработки. Далее продукты переработки направляются в рабочую камеру 7, в которой создаётся разрежение в результате подключения конфузора 12 с помощью штуцера к всасывающему отверстию вакуумного насоса 16, продукты уплотняются рабочим инструментом 13 ультразвукового концентратора и выдавливаются с помощью шестерённых валков 8 через формующее устройство 9 с электронными нагревательными элементами 10 (далее СВЧ-нагрев) и диэлектрическими окнами 11 [6].

Технологический процесс регулируется блоком управления (БУ) 14 с помощью датчиков температуры (Т), давления (Р) и высоты (Н) заполнения сырья следующим образом.

Под одновременным действием вакуума и ультразвукового уплотнения в рабочей камере из массы интенсивно удаляются пузырьки воздуха, что способствует повышению качества продукта (плотность, прочность и однородность). Применение данного устройства позволит упростить конструкцию, уменьшив её металлоёмкость, автоматизировать управление технологическим процессом получаемой продукции и ускорить процесс производства продукции.

Экструдаты зерна пшеницы являются достаточно распространённым и доступным источником основных пищевых веществ, поэтому в настоящее время они широко используются при моделировании рецептур пищевых продуктов профилактического назначения. В соответствии с требованиями современной технологии хлебобулочных изделий необходимо использовать компоненты, обладающие полифункциональными

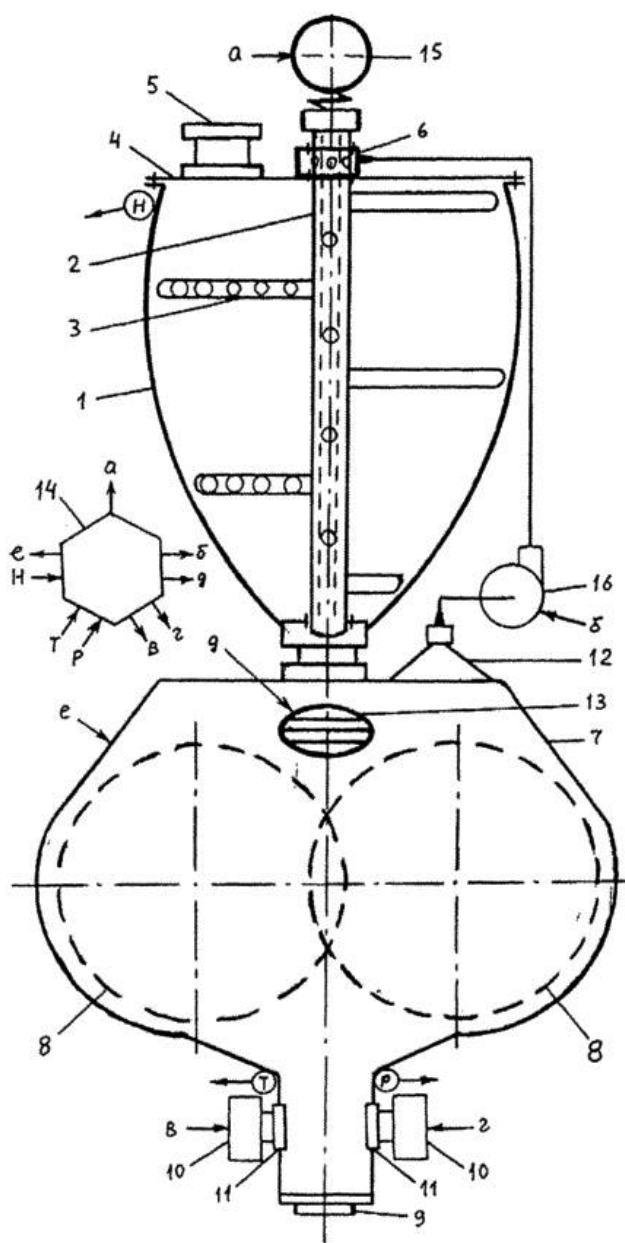


Рисунок 1 – Валково-шестерённый экструдер

свойствами, т.е. обеспечивающими в комплексе не только улучшение потребительских свойств, повышение пищевой ценности, но и микробиологическую чистоту готовых изделий. Экструзионная обработка зерна пшеницы различных кондиций позволит улучшить свойства зерна и повысить пищевую ценность готовых продуктов.

### **Выводы**

1. Анализ технологического оборудования показал недостатки линейно выполненных экструдеров с одним рабочим валом, в которых происходит активный износ специальных колец и переходных диаметров основного вала, при этом, в случае износа только одного кольца экструдер

выходит из строя и требует дорогостоящего ремонта.

2. Учитывая недостатки и дорогостоящий ремонт существующих экструдеров, был разработан валково-шестерённый экструдер, который обеспечивает производство экструдатов из зерновых культур по ресурсосберегающим технологиям.

3. Применение валково-шестерённого экструдера при технологии обработки зерна пшеницы позволит получать ценное сырье для комбикормовой и хлебопекарной отраслей, которое можно использовать в качестве дополнительных компонентов для повышения пищевой ценности продуктов.

### **Литература**

1. Ким, В.С. Теория и практика экструзии полимеров [Текст] / В.С. Ким. – М.: Химия, 2005. – 568 с.
2. Янова, М.А. Экструзионная обработка зерна ячменя и овса для получения муки и мучных кондитерских, хлебобулочных изделий [Текст] / М.А. Янова, Т.С. Иванова. – Красноярск, 2014. – 115 с.
3. Егоров, Г.А. Технология переработки зерна [Текст] / Г.А. Егоров. – М.: Колос, 1977. – 376 с.
4. Самойлов, В.А. Новое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты [Текст] / В.А. Самойлов, А.И. Ярум, В.Н. Невзоров, Д.В. Салыхов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 197 с.
5. Самойлов, В.А. Технологическое оборудование для переработки зерновых культур в пищевые продукты [Текст] / В.А. Самойлов, В.Н. Невзоров, А.И. Ярум; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015.
6. Пат. 2565714 Российская Федерация. Валково-шестерённый экструдер [Текст] / Ярум А.И., Невзоров В.Н., Самойлов В.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Краснояр. гос. аграр. ун-т. – № 2014116322/05; заяв. 22.04.2014; опубл. 20.10.2015, Бюл. 29.

### **References**

1. Kim, V.S. Teorija i praktika jekstruzii polimerov [Tekst] / V.S. Kim. – M.: Himija, 2005. – 568 s.
2. Yanova, M.A. Jekstruzionnaja obrabotka zerna jachmenja i ovsa dlja poluchenija muki i muchnyh konditerskih, hlebobulochnyh izdelij [Tekst] / M.A. Yanova, T.S. Ivanova. – Krasnojarsk, 2014. – 115 s.
3. Egorov, G.A. Tehnologija pererabotki zerna [Tekst] / G.A. Egorov. – M.: Kolos, 1977. – 376 s.
4. Samojlov, V.A. Novoe oborudovanie dlja pererabotki zernovyh kul'tur v pishhevye produkty [Tekst] / V.A. Samojlov, A.I. Yarum, V.N. Nevzorov, D.V. Salykhov; Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2017. – 197 s.
5. Samojlov, V.A. Tehnologicheskoe oborudovanie dlja pererabotki zernovyh kul'tur v pishhevye produkty [Tekst] / V.A. Samojlov, V.N. Nevzorov, A.I. Yarum; Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2015.
6. Pat. 2565714 Rossijskaja Federacija. Valkovo-shesterennyj jekstruder [Tekst] / Yarum A.I., Nevzorov V.N., Samojlov V.A.; zajavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – № 2014116322/05; zajav. 22.04.2014; opubl. 20.10.2015, Bjul. 29.