

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗЕРНОВЫХ ЗАМЕСОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Ловкис З.В., член-корр. НАН Беларуси, д-р т.н., профессор, Садовский А.А.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск

При производстве этилового спирта частью производственного процесса является приготовление смеси, которая состоит из дробленого зерна и воды. Проведены исследования реологических свойств ржаных замесов с соотношением сухой части и воды 1:2, 1:2.6, 1:3, 1:3.5. Полученные данные позволяют более точно рассчитывать силовые характеристики рабочих органов мешалок. На основании результатов возможно определение состава и условий приготовления ржаного замеса, что позволит повысить эффективность проектирования и расчета перемешивающих устройств и обеспечит контроль качества продукта на всем этапе производства.

A part of ethyl spirit production process is mix preparation which consists of crushed grains and water. Researches of rheological properties of rye mixing with correlation of a dry part and water 1:2, 1:2.6, 1:3, 1:3.5 are conducted. The obtained data allows to count more precisely of power characteristics of mixers tools. On the basis of results probably definition of structure and conditions of rye mixing preparation that will allow to raise efficiency of designing and calculation of mixing devices and will provide product quality control at all production stage.

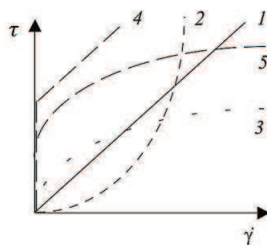
Ключевые слова: производство спирта, зерно, замес, реология, гидроферментативная обработка, перемешивание.

В пищевой промышленности смеси различных продуктов, представляют собой системы различной сложности и могут классифицироваться на две большие группы — гомогенные и гетерогенные [1]. Гомогенными или однородными называют системы, состоящие из одной фазы: твердой, жидкой или газообразной. При движении в такой системе все ее параметры изменяются непрерывно. Гетерогенные или неоднородные, дисперсные системы состоят из нескольких фаз или ингредиентов, отделенных друг от друга поверхностями раздела. Измеряемые параметры по разные стороны границы раздела в таких системах меняются скачкообразно.

Значительная часть сырья и конечного продукта пищевой промышленности представляют собой гетерогенные системы в виде жидкотекучих смесей, в зависимости от фазового состояния дисперсной фазы они делятся на эмульсии, суспензии (взвеси) и пены или перенасыщенные газированные жидкости.

Все жидкотекучие смеси можно классифицировать по реологическим свойствам ньютоновские и неньютоновские. Для ньютоновской жидкости вязкость η зависит только от температуры и давления и не зависит от скорости сдвига $\dot{\gamma}$. График зависимости между напряжением τ и скоростью сдвига для ньютоновской жидкости — так называемая «кривая течения» — представляет прямую линию, и эта единственная постоянная полностью характеризует жидкость [2].

Для неньютоновских жидкостей вязкость η изменяется при изменении скорости сдвига $\dot{\gamma}$. Существует несколько типов неньютоновских жидкостей, различающихся влиянием скорости сдвига на вязкость: вязкопластичные, псевдопластичные и дилатантные жидкости, кривые течения которых схематично представлены на рис. 2.



1 — ньютоновская среда; 2 — дилатантная среда; 3 — псевдопластичная среда;
4 — линейно вязкопластичные среды; 5 — нелинейно вязкопластичные среды

Рис. 1 — Общие кривые течения текучих сред

Одной из отраслей пищевой промышленности, где важную роль играют свойства жидкой среды является спиртовое производство. Этиловый спирт является стратегическим продуктом, основным сырьем для производства которого используется зерно злаковых культур (рожь, пшеница, тритикале), сахарная свекла, картофель. При использовании зернового сырья частью производственного процесса является приготовление технологической смеси, которая состоит из дробленого зерна, со степенью помола 96% (условный проход помола через сито с диаметром отверстий в 1 мм) и воды.

По технологии крахмалсодержащее сырье подвергается длительной многоступенчатой подготовке с целью перевода крахмала в сбраживаемые углеводы (моно-, дисахариды). Технологическая схема производства спирта представлена на рис. 2. Все поступившее в переработку зерновое сырье проходит очистку. В процессе очистки зерновое сырье освобождается от металлических примесей на магнитных сепараторах и от сорных — на сепараторах. Остаточная сорность не должна превышать 1% по массе зерна, металлических примеси, не допускаются. Очищенное зерно поступает в производство. Измельчение зерна осуществляется на дробилках 1.

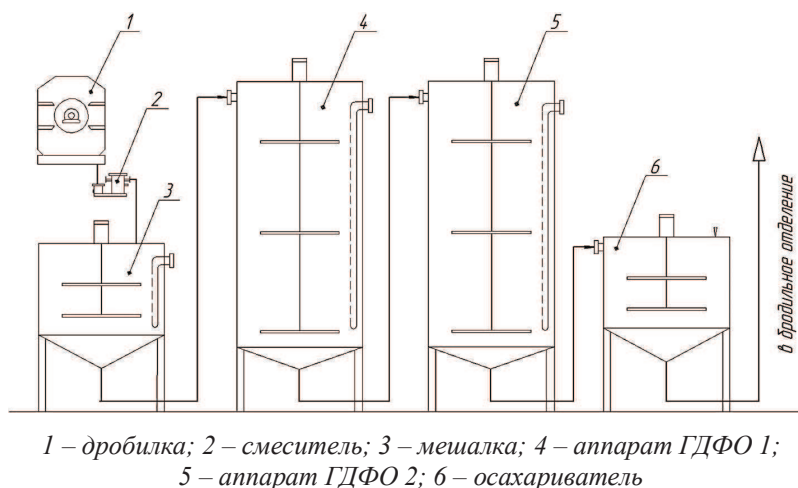


Рис. 2 – Аппаратурная схема производства спирта

Далее следует этап водно-тепловой обработки крахмалсодержащего сырья, который включает смешивание сырья с водой и гидроферментативную обработку. В смесителе 2 происходит смешивание зернового помола с водой, температура которой 50–55 °С. Далее смесь поступает в нагнетательный трубопровод и подается в мешалку 3 периодического действия, куда добавляются ферментные препараты для разжижения крахмала и растворение сухих веществ зерна. Из смесителя зерновой замес насосом подается в аппарат гидроферментативной обработки (ГДФО) I ступени, температура массы составляет 70 – 75 °С, продолжительность выдержки 2,0–2,5 часа. Во время гидроферментативной обработки сырья в ГДФО I под действием ферментов происходит растворение сухих веществ зерна и частичная декристаллизация крахмала. Замес из ГДФО I ступени подается насосом в аппарат ГДФО II ступени. Продолжительность выдержки массы составляет 0,5–0,6 часа, в течение этого времени происходит набухание наиболее труднодоступных для воды и тепла крахмальных гранул и частичная стерилизация массы. Следующим этапом является осахаривание разваренной массы в осаживателе 6 с последующим перекачиванием суслу в бродильное и дрожжевое отделения завода. Последний этап – выделение спирта из сброженного суслу и его очистка с помощью ректификации.

Отдельно необходимо выделить этап технологического процесса целью которого является интенсификация воздействия ферментных препаратов на зерновой замес и растворение сухих веществ зерна за счет перемешивания. Для решения данной задачи применяют аппараты ГДФО. На начальном этапе гидроферментативной обработки работающая среда представляет собой смесь помола зерна и воды с добавлением ферментов. Для обеспечения оптимального действия ферментов необходимо обеспечить их равномерное распределение в заданном объеме смеси и исключить оседания твердой фазы системы. Технологическим процессом который решает данные задачи является перемешивание. Выбор оптимального способа и правильный расчет перемешивающего оборудования позволяет существенно повысить эффективность производства. Для расчета мешалок необходимо знать какими реологическими свойствами обладают и к какому типу жидкой среды относятся зерновые замесы.

Основным параметром определяющим свойства водно-зерновой смеси при гидроферментативной обработке является количество сухих веществ в замесе. Данная характеристика напрямую зависит от

продолжительности обработки и свойств сырья. Концентрация сухих веществ наряду со степенью помола непосредственно влияют на начальную температуру клейстеризации зерновых замесов. Если увеличить степень помола зерна, то возможно снизить температурные режимы гидродинамической ферментативной обработки. При проведении гидроферментативной обработки изменяются структурно-механические свойства сырья, одновременно отмечаются и значительные химические превращения веществ, входящих в его состав. Главной задачей данного технологического этапа является растворение внешних оболочек зерна при температурах набухания крахмала с сохранением компонентов, которые потребляются дрожжами.

Скорость набухания зерна различных культур неодинакова. Например, у зерна ржи она выше, чем у зерна пшеницы, овса, проса; медленнее всех набухает ячмень и кукуруза. Нарушение целостности зерна ускоряет процесс набухания. Поэтому при всех непрерывных способах разваривания крахмалистое сырье перерабатывается только в измельченном виде в смеси с водой. Чем меньше размер частиц измельченного зерна и однороднее зерновой замес при смешивании измельченного зерна с водой, тем быстрее происходит набухание, клейстеризация крахмала и выход спирта в конечном итоге.

От реологических свойств обрабатываемого сырья при гидродинамической ферментативной обработке зависят величина тепло- энергозатрат на его обработку и транспортирование, а так же количество необходимых ферментных препаратов для снижения его вязкости. Существует проблема обработки замесов при повышенной концентрации в сухих веществах. Вязкость замеса определяется состоянием крахмальных зерен и их способностью в процессе клейстеризации набухать. Снижение вязкости смеси позволяет снизить энергозатраты на ее обработку, для данных целей применяют ферментные препараты и различные вещества. Вязкость замеса зависит от гидромодуля, причем при гидромодуле (соотношение зерна к воде) 1:2,5 замес превращается в плотную густую массу. На предприятиях обычно используют значение гидромодуля равное 1:3.

Анализ литературных данных показал, что вопрос реологии в спиртовом производстве изучен недостаточно. Существует проблема обработки замесов при повышенной концентрации в сухих веществах.

Вязкость замеса определяется состоянием крахмальных зерен и их способностью в процессе клейстеризации набухать. Снижение вязкости смеси позволяет снизить энергозатраты на ее обработку, для данных целей применяют ферментные препараты и различные вещества. Процесс исследования производства спирта затрудняется так же тем, что зачастую при изменении части технологического процесса, влияние данных изменений можно определить только после получения конечного продукта исследовав весь технологический процесс.

Бушин М.А. исследовал влияние различных факторов на реологические свойства зерновых замесов. Было установлено, что однородность и степень измельчения помолов значительно влияет на температуру набухания крахмала в замесе. Вязкостные свойства зерновых замесов так же определяются соотношением воды и сухой части замеса. Температура клейстеризации зависит от гидромодуля, чем он выше тем выше температура. Дальнейшее снижение вязкости объясняется авторами разрушением структуры крахмальной сетки [3].

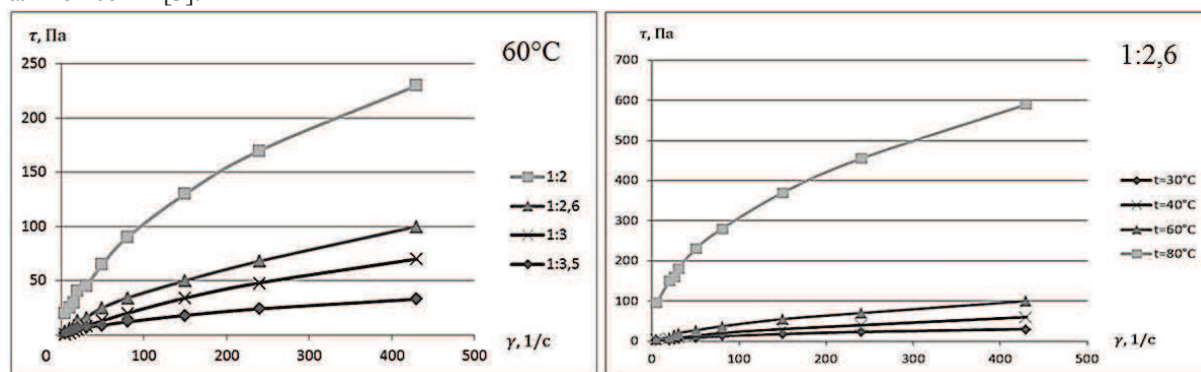


Рис. 3 – Кривые течения зерновых замесов ржи при различных концентрациях сухих веществ и температурах

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» активно ведется работа над созданием комплексной ресурсосберегающей технологии, обеспечивающей получение спирта с пониженными (на 20-30%) теплотратами, сокращенным выходом зерновой барды и последующей ее переработкой в белковый и белково-углеводный компоненты. С целью усовершенствования технологического процесса, определения оптимальных параметров АГДФО, были проведены ис-

ледования реологических свойств ржаных замесов с соотношением сухой части и воды 1:2, 1:2.6, 1:3 и 1:3,5. На рисунке 3 представлены кривые течения зерновых замесов ржи при различных концентрациях сухих веществ и температурах. Из графика на рисунке 3 видно, что при увеличении доли сухих веществ, напряжение сдвига при неизменной скорости сдвига увеличивается. Замес с соотношением зерна к воде 1:2 имеет кривую характерную для нелинейно вязкопластичной среды, замесы с более низкой концентрацией ведут себя как практически как ньютоновские жидкости.

Определено, что для зерновой замес ржи с соотношением сухих веществ к воде 1:2,6 при температуре до 60°C замес имеет свойства ньютоновской жидкости. В дальнейшем происходит разваривание зерна, замес меняет свойства и при 80°C уже наблюдается кривая характерная для нелинейных вязкопластичных сред.

Полученные данные позволяют в дальнейшем при проектировании мешалок более точно рассчитывать силовые характеристики рабочих органов, учитывая режимы работы аппаратов с мешалкой, так же на основании результатов возможно определение состава и условий приготовления ржаного замеса, что в конечном итоге, повысит эффективность проектирования и расчета перемешивающих устройств, обеспечит контроль качества продукта на всем этапе производства.

Литература

1. Плаксин, Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин. – 2-е изд., переработанное и дополненное. – М.: КолоС, 2008. – 758 с.
2. Мачихин, Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю. А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
3. Бушин, М.А. Интенсификация процесса производства этилового спирта на основе целенаправленного использования протеолитического ферментного препарата/ дисс. канд. техн. наук: 05.18.07/ М.А. Бушин. – Воронеж, 2006. – 169с.

УДК 66.061

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАГУВАННЯ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ МЕТОДОМ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ

Чайка О.І., канд. техн. наук, ст. наук.співр., вчений секретар, Малецька К.Д., д-р техн. наук, пров. наук. співр., Матюшкін М.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр., Гоженко Л.П., аспірант Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України, м. Київ

В статті наведені результати експериментальних досліджень екстракції з рослинної сировини на екстракторі-ДІВЕ.

The results of experimental researches of extraction from plant materials on the extractor-DIEI are resulted in this article.

Ключові слова: екстракція, пульсаторний апарат, дискретно-імпульсне введення енергії, тиск.

Екстрагування цінних компонентів із рослинної сировини є важливим технологічним процесом, підвищення ефективності якого надає визначального впливу на техніко-економічні показники ряду виробництв перероблюваних галузей харчової промисловості. Основою збільшення продуктивності обладнання і зниження енерговитрат на проведення технологічних операцій є створення та впровадження ефективних технологічних апаратів з малою питомою енергоємністю і матеріалоємністю, високим ступенем впливу на оброблювані речовини. В різних галузях промисловості використовуються ефективні технології, в основі яких застосовують пульсаторні апарати дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) з періодичним змінням тиску в робочій камері, що розроблені в ІТТФ НАН України. Метод ДІВЕ реалізує принципово новий підхід до інтенсифікації тепломасообмінних та гідромеханічних процесів в дисперсних системах. Теоретичні основи цього методу представлені в роботах [1-3].

Апарати цього класу використовуються при ефективному проведенні процесів екстрагування. Принципова схема апарата такого типу представлена на рис. 1.