

**Шегельман Илья Романович**

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой

**Вапиров Владимир Васильевич**

д-р техн. наук, д-р хим. наук, профессор,

заведующий кафедрой

**Васильев Алексей Сергеевич**

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»

г. Петрозаводск, Республика Карелия

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ПАТЕНТАХ США ДЛЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ**

***Аннотация:** на основе патентного поиска рассмотрены физические эффекты и технические решения в патентах США для гидротермической обработки и обезвоживания пищевого сырья.*

***Ключевые слова:** гидротермическая обработка, обезвоживание, патент США, пищевое сырье.*

В настоящей работе рассмотрены физические эффекты и технические решения в патентах США для гидротермической обработки и обезвоживания пищевого сырья.

Согласно патенту США №2016044940 для сохранения питательных веществ и функциональных свойства зерен перед гидротермической обработкой их замачивают в водной среде в интервале от 2 до 48 ч, содержащей, по меньшей мере, один реакционный вид кислорода, что обеспечивает частичное прораствание зерен. Гидротермическая обработка зерен проводится в течение от 0,25 до 4,00 ч при температуре в интервале от 60 до 100° С и относительной влажности в диапазоне от 60% до 100%. Предпочтительно, реакционноспособный кислород представляет собой стабильный молекулярный

окислитель – перекись водорода ( $H_2O_2$ ), пероксикислоты, пероксиды, озон ( $O_3$ ) или любые их комбинации.

Согласно способу получения проросшего коричневого риса со степенью клейстеризации крахмала от 30 до 90%, содержанием воды от 20 до 70% рис обрабатывают горячей водой путем погружения риса в горячую воду температурой от 60 до 100 °C (предпочтительно от 90 до 100 °C), в течение от 5 до 30 мин, предпочтительно от 5 до 10 мин или паром при давлении 0,5 до 1,5 кг/см<sup>2</sup> в течение 5–30 мин (предпочтительно – 10–20 мин).

Для сохранения питательных веществ в рисе быстрого приготовления согласно патенту США №3879566 при гидротермической обработке рис нагревают до температуры 85–138°C при избыточном давлении в течение 2–70 мин и одновременной обработке химическим раствором, включающим фосфат щелочного металла в количестве 0,001 – 7 мас.% сухого риса, за исключением тринатрийфосфата, затем осуществляют сушку.

Способ предварительной подготовки готового к употреблению риса в течение нескольких минут после его смешивания с горячей водой согласно патенту США №4166868 состоит из: вымачивания зерен в воде при температуре ниже 70 °C до влажности 30–34 мас.%, клейстеризации пропитанного риса, снижения содержания влаги в клейстеризованном рисе до 18- 70% по весу, прохождения полученных зерен риса между валками, расположенными на расстоянии 0,1–1,0 мм друг от друга, чтобы зерна были сжаты и сплюснены, а внутренняя структура зерна необратимо изменилась, но зерна не треснули и снижения влажности в прессованных и сплюсненных рисовых зернах до 8–25 мас.%.

Способ согласно патенту США №5017395 включает: очистку риса; вымачивание его для равномерно распределенного содержания влаги в зернах приблизительно 43–49% мас.; пропаривание увлажненного риса в течение от одной до десяти минут для практически полной и однородной клейстеризации рисового крахмала; высушивание риса до общего содержания влаги приблизительно 25–33% масс.; выдерживание риса в течение по меньшей мере

двух часов при температуре 38 – 66°C, чтобы ускорить связывание между молекулами крахмала; сушку.

Способ получения улучшенного зернового продукта по патенту США №4810506 включает обработку пропаренного зерна водным раствором или дисперсией, содержащей по меньшей мере один фермент, выбранный из группы, состоящей по существу из амилаз, протеаз или их смесей в течение времени и в условиях, достаточных для обеспечения полного поглощения указанного раствора или дисперсии обрабатываемым зерном и последующего удаления поверхностной влаги из обработанного зерна, где содержание влаги в зерне во время указанной обработки поддерживается от 16 до 30% влаги.

Способ получения быстровосстанавливаемых зернобобовых по патенту США №4735816 включает обработку зернобобовых во вращающемся сосуде высокого давления, заполненным определенным количеством воды, зависящим от времени, температуры и давления, достаточных для того, чтобы сделать зернобобовые мягкими и вкусными, но при этом сохраняя структурную целостность бобовых; прессование зернобобовых до толщины от 0,005 до 0,200 дюймов; и обезвоживание указанного прессованного зернобобового материала до содержания влаги приблизительно от 7 до 10 процентов. Получаемый продукт мгновенно восстанавливается водой с образованием пищи, имеющей близкие к естественным характеристики вкуса, фактуры и цвета.

Способ получения пропаренного риса по патенту США №4810511 включает: вымачивание грубого риса в воде при температуре от 40 до 70°C до тех пор, пока он не достигнет влажности от 26 до 32 мас. %; обработку риса с первым значением микроволновой энергии для частичной клейстеризации крахмала в рисе и для повышения содержания воды в указанном грубом рисе в пределах от 32 до 40 мас. %; дренирование свободной воды из риса; обработку риса вторым значением микроволновой энергии для завершения клейстеризации указанного крахмала и для уменьшения содержания воды в обработанном таким образом грубом рисе до 22 мас. %; и сушку риса до влажности 14 мас. %.

Способ получения сухого пропаренного риса согласно патенту США №4361593 включает: вымачивание грубого риса в воде для увеличения содержания влаги до 30–45 мас.% с получением гидратированного риса, но без существенной клейстеризации; удаление его из воды для размалывания и пропаривания в условиях, эффективных для частичной клейстеризации практически всех крахмальных гранул в ядре риса, но без полной клейстеризации указанных гранул; выдержку частично клейстеризованного риса при температуре ниже температуры клейстеризации крахмала и сохранении уровня влаги выше 20%; высушивание риса до содержания влаги менее 15% и измельчение риса.

Согласно патенту США №5902629 при обработке зерен и бобовых культур получают порошки и закуски. Для этого зерна или бобовые обезвоживают до влажности 5–10%, кондиционируют путем гидратации до влажности от 10 до 40% по весу, пропускают через варочный экструдер и при этом гидрируют досодержания влаги от примерно 10% до 40 мас.%, экструдировать и сушат.

Способ получения риса с приготовлением за несколько минут после добавления горячей воды по патенту США №4233327 включает: вымачивание риса в воде, его клейстеризацию, уменьшение содержания воды до 25–35 мас.%, прессование риса, уменьшение содержания воды в нем до 8–25 мас.%, сушку риса горячим воздухом или нагревом токами высокой частоты.

Система бобовых быстрого приготовления по патенту США №5213831 включает оборудование для приема, калибровки, увлажнения, отпуска и подготовки бобовых.

Для уменьшения расхода энергии при гидротермической обработке крахмалистых продуктов, в частности риса, по патенту США №5427810. предлагается сначала довести продукт до температуры кипения путем подачи тепловой энергии при атмосферном давлении, а после достижения указанной температуры поддерживать его при этой температуре в зоне сохранения тепла в течение заданного периода. При нагревании продукта до температуры кипения, обычно при атмосферном давлении достаточно добавить только начальное

количество тепла для достижения этой температуры, чтобы инициировать процесс варки без использования давления, затем процесс обработки продолжается в зоне термоудерживания под воздействием тепловой энергии. Для поддержания температуры кипения в зоне сохранения тепла тепловая энергия при необходимости подается в эту зону только для компенсации естественных потерь тепла.

В патенте США №4939346 предложена конструкция устройства для перемещения насыпного материала с одновременным прерывистым воздействием инфракрасного излучения. Устройство по патенту США №5392529 представляет вибротранспортер для сыпучего материала в котором во время перемещения сырья на сырье воздействуют инфракрасным излучением, а способ обработки сыпучего материала включает его каскадирование из верхней секции устройства в нижнюю путем вибрации и воздействия на нее инфракрасным излучением. Устройства для термической обработки сыпучего материала со встроенными нагревательными элементами по патенту США №5023429 позволяет создавать различные режимы термообработки, в т. ч. путем инфракрасного излучения.

В патенте США №4338344 описаны способ и устройство для получения риса быстрого приготовления. В патенте описана наклонная закрытая камера в которой в первой зоне в нижнем конце рис готовят в горячей воде (варят), а во второй зоне в верхнем конце обрабатывают паром.

Патентом США №6551644 предложен способ термической, термомеханической, гидротермальной или гидротермомеханической обработки различных натуральных или трансформированных пищевых продуктов в твердой, штучной, порошкообразной, пастообразной, жидкой, смешиваемой или несмешиваемой жидкой форме путем применения цикла изменения давления, температуры и / или влажности в камере обработки. По этому способу можно управлять параметрами процесса обработки впрыскиванием сухого или влажного пара, использованием других источников нагрева (микроволны,

инфракрасные волны, конвекция и др.), а также путем подачи подходящего газа, способного обеспечить требуемое высокое давление.

*Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках прикладных научных исследований и экспериментальных разработок по теме «Исследование и разработка сквозной технологии производства функциональных пищевых продуктов для обеспечения пищевой безопасности северных территорий РФ» (идентификатор проекта – RFMEFI57717X0264).*