

УДК 637.143

Влияние времени замачивания измельченного ячменного зерна на максимальную вязкость суслу в процессе водно-тепловой его обработки

Д-р техн. наук Новоселов А.Г. dekrosh@mail.ru
Петрова Д.Л. twetty-pups150@mail.ru
Чеботарь А.В. strategiay@mail.ru

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО
Институт холода и биотехнологий
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

Получены результаты исследования реологических характеристик водно-зерновых суспензий. Представлены кривые вязкости водно-зерновой суспензии при различном времени замачивания с гидромодулем 1:4 в зависимости от температуры при постоянной скорости без применения ферментных препаратов.

Ключевые слова: реология, водно-зерновая суспензия, эффективная вязкость.

Influence of the barley grain steeping time to the highest wort viscosity during its water and heat treatment

D.Sc Novoselov A.G., Petrova D.L., Chebotar A.V.

*Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.
Institute of Refrigeration and Biotechnology
191002, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

The rheological characteristics of the water-grain suspensions are researched. There are viscosity curves at different grain steeping time and constant share rate for the water-grain suspensions with hydro module 1:4 during its water and heat treatment.

Key words: rheology, water-grain suspense, effective viscosity

Ранее в работах [1,2] нами были представлены результаты исследований реологических характеристик водно-зерновых суспензий полученных для заторов с гидромодулем 1:2,5 ÷ 1:4. Было показано, что в процессе их водно-тепловой обработки вязкость заторов резко изменяется. Отмечалось, что с повышением температуры изменение вязкости затора ведет себя по-разному. Анализ кривых вязкости, полученных

для всех исследованных гидромодулей, показывает одинаковый характер изменения значений эффективной вязкости при увеличении температуры затора. Для того чтобы подойти к адекватному описанию происходящих процессов с научной точки зрения, было предложено разбить кривую вязкости на три области, протяженность которых определялась соответствующим диапазоном температур [1]. Границы областей фиксировались значениями эффективной вязкости, которые для каждого гидромодуля можно было бы считать постоянными величинами. Были введены три определяющих значения вязкости: начальная эффективная вязкость затора при температуре складки - $\mu_{эфф1}$, минимальная эффективная вязкость во второй зоне кривой течения - $\mu_{эфф2}$ и максимальная эффективная вязкость в третьей зоне кривой течения - $\mu_{эфф3}$. Начальная эффективная вязкость соответствовала температуре затора 20°C. Данная температура являлась начальной для наших экспериментальных исследований по изучению реологических свойств ячменных заторов. Величина $\mu_{эфф1}$ была постоянной для одного и того же гидромодуля при постоянном значении скорости сдвига γ .

Однако, в ходе многочисленных экспериментов, связанных с воспроизводимостью получаемых результатов, было установлено, что, несмотря на относительное постоянство значений $\mu_{эфф1}$ и $\mu_{эфф2}$ значения $\mu_{эфф3}$ изменялись, и изменялись довольно существенно. В связи с этим была проведена серия экспериментов, основной целью которых, было установить причины этих расхождений в величинах $\mu_{эфф3}$. Было выдвинуто предположение, что причиной таких расхождений может являться время подготовки затора к реологическим измерениям, которое могло быть различным для каждого эксперимента. Составление затора заключалось в получении определенного гидромодуля, путем смешивания заданного количества измельченного ячменя с водой. Очевидно, что с этого момента запускаются все массообменные процессы, связанные с гидратацией измельченного зерна. К таким процессам, в первую очередь, следует отнести процесс растворения водорастворимых углеводов и насыщения капиллярно-пористых частиц зерна водой. В первом случае изменяется химический состав затора, а, следовательно, его вязкость. Во втором случае, происходит набухание капиллярно-пористых частиц (клетчатки) и незначительное увеличение их в размерах. Концентрация водорастворимых веществ и степень набухания частиц будет зависеть от времени контакта воды и зерновых частиц. Несомненно, что определенное влияние на исходное состояние затора будет оказывать и интенсивность перемешивания затора. Различие в интенсивности и времени перемешивания может привести к изменению исходного гранулометрического состава твердой фазы, что в свою очередь будет оказывать влияние на скорость ее деструкции и реологические характеристики суслу в процессе проведения водно-тепловой его обработки. С целью проверки предположения о влиянии времени

контакта твердой фазы с водой до начала реологических измерений нами были проведены следующие эксперименты:

- в чистый мерный стакан вносили необходимое количество измельченного зерна ячменя (со 100% проходом через сито 1мм) и тщательно взвешивали. Затем добавляли требуемое количество воды, которое позволяло получить затор с гидромодулем 1:4. В момент добавления воды в мерный стакан с зерном запускался секундомер для фиксации времени контакта. Далее осуществляли небольшое перемешивание затора, вручную, в течение 2 минут сразу после складки затора и оставляли на определенное время замачивания. Время замачивания варьировалось в каждом опыте и составляло 15, 30 и 45 минут. Затем подготовленный замес переносился в измерительный цилиндр реотеста, термостатировался до 20°C. При достижении этой температуры начинались измерения вязкости.

Все эксперименты проводились на реотесте марки RHOTEST RN 4 при постоянной скорости сдвига $\dot{\gamma} = 20\text{с}^{-1}$. Пределы изменения температуры для всех опытов – от 20°C до 90°C. Время проведения каждого эксперимента составляло не более 2000с.

Результаты исследований влияния времени замачивания на вязкость затора для гидромодуля 1:4 представлены на рис.1.

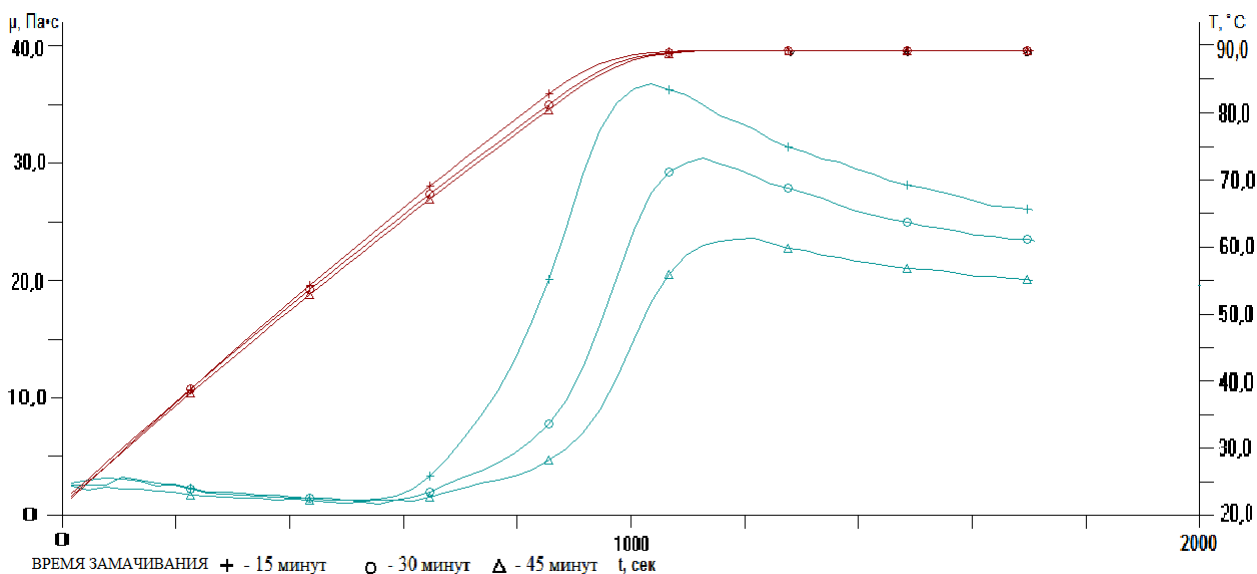


Рис. 1. Кривые вязкости водно-зерновой суспензии при различном времени замачивания (гидромодуль 1:4)

Как видно из графиков, приведенных на рис.1, в первой области нагрева значения эффективной вязкости не зависят от времени замачивания. Об этом свидетельствует практически идеальное совпадение линий. Кроме того, это совпадение позволяет сделать вывод об идентичности всех заторов приготовленных для различных опытов. Таким образом, значение μ_2 у всех заторов было одним и тем же при данной скорости сдвига.

Однако, во второй области нагрева, поведение кривых вязкости резко различалось. Как видно на рис.1, значения эффективной вязкости увеличиваются более интенсивно у заторов с малым временем замачивания.

Более того, существенно изменялось и значение максимальной вязкости μ_3 , которое также уменьшалось с увеличением времени замачивания. Причины такого поведения пока не ясны и требуется более тщательное изучение этого явления. Тем не менее, очевидно, что раскрытие причин влияющих на величину μ_3 , позволит скорректировать технологический режим водно-тепловой, ферментативной обработки зернового сырья и оптимизировать дозировку ферментов амилолитического действия, направленных на разжижение суспензии.

Список литературы:

1. Новоселов А.Г. и др. Характерные особенности изменения реологических свойств водно-зерновых суспензий в процессе водно-тепловой и ферментативной обработки (ВТФО) зернового сырья/ А.Г. Новоселов, А.В. Чеботарь, Т.С. Ибрагимов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств» 2013. - №1. [Электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>

2. Ибрагимов Т.С. и др. Реологические характеристики зерновых суспензий в процессе механико-ферментативной обработки/ Т.С. Ибрагимов, А.В. Чеботарь, Д.В. Свинцов, А.Г. Новоселов// Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2012. - №2. [Электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>