

*Элеманова Р.Ш., Мусульманова М.М.*

**ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
СЫВОРОТОЧНО-ЗЕРНОВОГО СУСЛА, СБРАЖИВАЕМОГО  
КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАКВАСКОЙ**

*R.Sh. Elemanova, M.M. Musulmanova*

**CHANGES CHARACTER OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF WHEY-GRAIN  
MASH FERMENTED BY COMBINED STARTER**

УДК:665.7.035.6:612.314.31-026.753:664.642.2

*В статье приводятся результаты определения изменения реологических свойств и титруемой кислотности сывороочно-зернового сусли в процессе его ферментации под действием пшеничного солода и комбинированной закваски, состоящей из дрожжей и лактобактерий*

*The paper presents the results of determining the changes in rheological properties, and titratable acidity of whey-grain mash in the process of fermentation under the influence of wheat malt and combined starter consisting of yeast and lacto bacterium*

Сброженные освежающие напитки являются продуктами незавершенных процессов молочно-кислого, спиртового или смешанного брожения. В приготовлении таких напитков процесс брожения занимает около 80% всего времени. При этом в сброживаемой смеси протекает целый ряд сложнейших биохимических и коллоидных процессов, интенсивность и направление которых зависит от исходных свойств основного компонента, наличия тех или иных микроорганизмов, температуры, соотношения компонентов. Основой этих процессов является жизнедеятельность возбудителей брожения - дрожжей и молочнокислых бактерий (лактобактерий).

Все пищевые продукты представляют собой сложные многокомпонентные дисперсные системы, обладающие внутренней структурой и специфическими физико-химическими свойствами. Среда комплекса физических свойств реологические свойства являются основополагающими [1]. Пищевое сырье, полуфабрикаты и получаемые из них готовые продукты обладают разнообразными реологическими свойствами, которые зависят от многих факторов: химического состава, температуры, влажности, интенсивности и продолжительности механического и теплового воздействия. Пищевые материалы, являясь продуктами органической природы, т.е. биологически активными материалами, подвергаются биохимическим, микробиологическим, коллоидно-химическим процессам, изменяющим их структуру и механические свойства. Исследование и применение в производстве различного сочетания таких воздействий может обеспечить заданный уровень реологических характеристик в течение всего технологического процесса, что позволит стабилизировать выход изделий и получать готовые к употреблению продукты постоянного, заранее заданного качества [1]. Исследования в области реологических свойств

бродящего сусли дают возможность управлять процессом брожения. Реологические методы исследования пищевых продуктов рассматривают их поведение под действием напряжений, приложенных к объему пробы или поверхности касания между продуктом и твердой поверхностью рабочего органа прибора, которые вызывают деформации, зависящие по своему характеру от свойств изучаемого объекта. При этом для определения состояния консистенции используется ряд важнейших реологических характеристик: вязкость, предельное напряжение сдвига, степень восстанавливаемости структуры и др. [2].

**Материалы и методы**

При проведении исследований использовали пшено, пшеничную муку, угут (солод) из пшеницы, творожную сыворотку, комбинированную закваску, в состав которой входят дрожжи и молочнокислые бактерии.

Эффективная вязкость сусли определена на вискозиметре ротационного типа «Brookfield». В вискозиметре такого типа с вращающимся ротором характер течения продукта близок к простому сдвигу, что прощает обработку опытных данных. Также преимуществом вискозиметра ротационного типа является возможность испытания сред с большой вязкостью, непрерывное измерение вязкости с целью регулирования технологического процесса [2]. Вискозиметр «Brookfield» имеет термостат, поддерживающий заданную температуру, а также позволяет варьировать значение угловой скорости.

Для исследуемого сывороочно-зернового сусли задается минимальная угловая скорость, равная 0,3 сек<sup>-1</sup>, которая позволяет более точно определить изменение вязкости. Устанавливается код выбранного гюочего тела - для исследуемой среды подобрано рабочее тело марки LVN3.

Титруемая кислотность сусли, являющаяся одним из основных факторов, существенно влияющих на реологические свойства, определена титрованием образца децинормальным раствором едкого натра.

**Обсуждение результатов**

Для получения субстрата брожения пшено моют, смешивают с мукой, а затем полученную смесь ьгрят, используя для этого творожную сыворотку. Для частичного разложения крахмала в подготовленной смеси используют пшеничный угут (солод). В качестве закваски используют сухие пекарские

дрожжи и сухие препараты молочнокислых бактерий в соотношении 1:1.

Процесс брожения проводят при температуре 20 °С в течение 12 ч.

Результаты измерения эффективной вязкости и титруемой кислотности в динамике брожения суслу

□казаны на рис. 1,2. Результаты определения интенсивности сквашивания, которая представляет собой величину количества молочной кислоты в единицу времени, приведены на рис. 3.

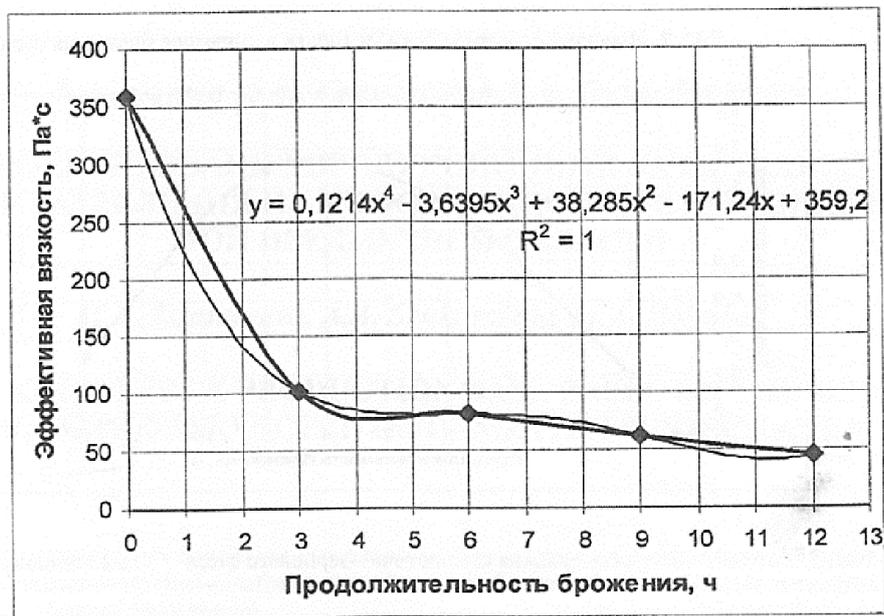


Рис. 1. Изменение эффективной вязкости в динамике брожения суслу

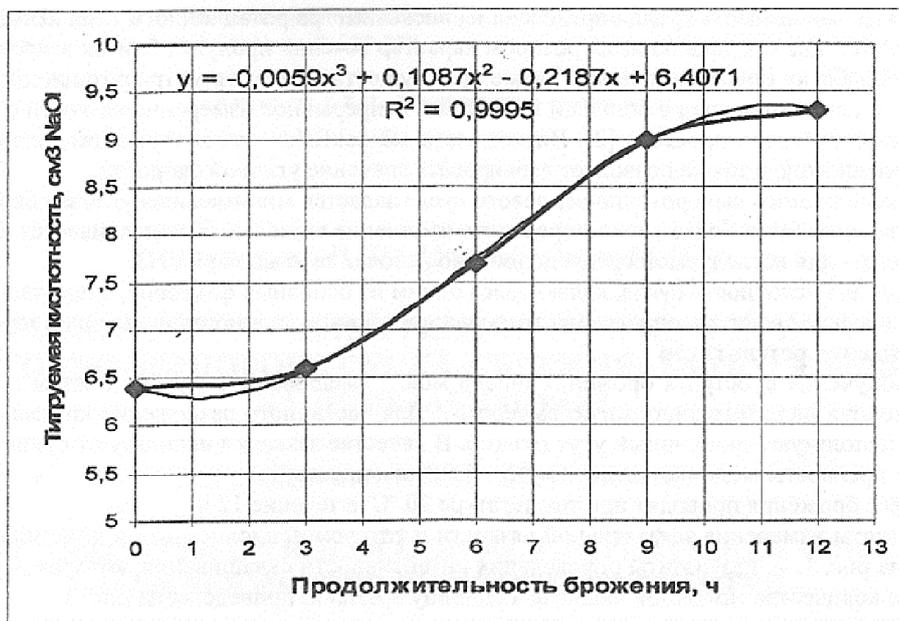


Рис. 2. Изменение титруемой кислотности в динамике брожения суслу



Рис. 3. Интенсивность сквашивания сывороточно-зернового суслу комбинированной закваской

Графические данные свидетельствуют о том, что эффективная вязкость в первые три часа брожения интенсивно снижается с последующей стабилизацией процесса, когда изменения незначительны вплоть до окончания ферментации (рис.1). При варке пшена крахмал превращается в вязкий коллоидный раствор. Повышенное значение вязкости связано с поведением амилопектина, который сильно набухает, тогда как амилоза растворяется. Под действием ферментов солода (амилаз), а также ферментов возбудителей брожения происходит гидролиз высокомолекулярных веществ, таких как белки, полисахариды [3]. Лактобактерии обладают более полной ферментативной системой, чем дрожжи, и подвергают гидролизу большую часть, а иногда и всё количество высокомолекулярных соединений, находящихся в среде, хотя используют лишь незначительную часть продуктов гидролиза [4].

а- и (3-Амилазы различаются по своему отношению к реакции среды: а-амилаза гораздо более чувствительна к подкислению. При рН среды 5,3 солодовая а-амилаза обладает наибольшей активностью. Дальнейшее понижение активной кислотности резко отражается на активности фермента [5]. Этим можно объяснить активное действие ферментов в первые 3 часа, когда вязкость уменьшалась интенсивно. При дальнейшем увеличении титруемой кислотности (рис.2) активность ферментов падает, что видно по прекращению падения эффективной вязкости ферментируемой массы.

Кислотность суслу повышается за счет образования молочной кислоты в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий. Титруемая кислотность суслу, обусловленная накоплением молочной кислоты в результате жизнедеятельности лактобактерий, в первые три часа медленно повышается, затем изменения более интенсивны (рис. 2, 3). Это объясняется тем, что первые часы процесса

брожения характеризуются фазой разбраживания, т.е. происходит активное размножение микроорганизмов с соответствующим усиленным кислотообразованием [6].

#### Вывод

Изучены закономерности накопления молочной кислоты и изменения реологических характеристик эсликомпонентной пищевой композиции в процессе её ферментации под действием комбинированной мкваски, состоящей из лактобактерий и дрожжей.

Установлено, что лактобактерии, входящие в состав комбинированной закваски, подвергая гидролизу большую часть компонентов сывороточно-зернового суслу, создают благоприятные условия для дрожжей, способствуя тем самым интенсификации процесса брожения.

#### Литература:

1. Максимов А.С., Черных В.Я. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств.- М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. - 163с.
2. Реометрия пищевого сырья и продуктов. Справочник / Под ред. Ю.А. Мачихина.- М.: Агропромиздат, 1990. - 271с.
3. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Биохимические и технологические основы бродильных производств.- М.: Пищевая промышленность, 1970. -246с.
4. Занданова Т.Н., Хамагаева И.О., Хурхесова Т.Е. Симбиотическая закваска для производства курунги // Пищевая промышленность,- 2009,- №7.-С. 48-49.
5. Кретович В.Л. Биохимия растений,-М.: Высшая школа, 1986.-503 с.
6. Королева Н.С., Кондратенко М.С. Симбиотические закваски термофильных бактерий в производстве кигчкшочных продуктов.- М.: Пищевая промышленность, 1978,- 168 с.

Рецензент: д.т.н., профессор Джунушалиева Т.Ш.