

УДК.: 665.7.035.6:667.622.53:633.1

## ИЗМЕНЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ СОЛОЖЕНИИ СУБСТРАТОВ ИЗ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР «УГУТОМ»

ЭЛЕМАНОВА Р. Ш.\*, ДЕЙДИЕВ А. У. \*\*  
КГТУ им. И. Раззакова,\*  
Кыргызско-Турецкий университет «Манас»\*\*  
[izvestiya@ktu.aknet.kg](mailto:izvestiya@ktu.aknet.kg)

*В данной работе представлена динамика изменения вязкости при соложении кашицы из пшена, кукурузы, ячменя и крахмального клейстера «угутом» в зависимости от температуры.*

Соложение – процесс ферментативного расщепления крахмала ферментами солода («угута»), при производстве национального напитка «Бозо»). В настоящее время различают, по крайней мере, три стадии этого процесса:

- 1) разжижение крахмального клейстера, в результате чего уменьшается его вязкость;
- 2) декстринизация крахмала;
- 3) осахаривание, выражающееся в том, что в растворе весь крахмал и большая часть продуктов его декстринизации превращаются в сахара (мальтозу и глюкозу).

Стоит отметить, что ферменты солода – биологические катализаторы – обладают замечательным свойством действовать только на строго определенные вещества в субстрате и в строго определенных условиях [1].

При производстве напитка «Бозо» для разложения крахмала и декстринов до моносахаров в каше используется «угут», пророщенные зерна пшеницы, являющиеся носителем амилолитических ферментов. Соложение предшествует процессу брожения, при котором сахара сбраживаются с образованием спирта (спиртовое брожение) и молочной кислоты (молочнокислородное брожение).

На скорость ферментативного гидролиза крахмала под влиянием амилаз и на соотношение продуктов гидролиза оказывают существенное влияние температура, кислотность. Оптимальной температурой действия  $\beta$ -амилазы солода является 45-51 °С,  $\alpha$ -амилазы 51-60 °С.

Оптимальная зона pH среды для солодовой амилазы лежит около 4,7-5. Вне этих оптимальных зон действие ферментов ослабляется, при этих условиях ферменты могут коагулироваться или денатурироваться. Защитным действием обладают продукты гидролиза белка, особенно пептоны, соли кальция (сернокислый и хлористый), а также клейстеризованный крахмал.

Как упомянуто выше, в процессе соложения изменяется вязкость среды. Знание закономерностей изменения реологических свойств позволяет влиять на структуру и качество продуктов путем регулирования режимов и способов механической, термической и химико-технологической обработки.

Целью данного исследования является изучение реологических свойств субстратов из зерновых при соложении «угутом» и определение его оптимальной температуры.

Первоначально основное сырье – зерно, очищается от посторонних примесей и подвергается дроблению (кроме пшена). Пшено подвергается мойке, но не измельчается. Подготовленные компоненты каждый в отдельности варятся основным способом в течение 50 мин. Для изучения процесса соложения на чистом крахмале приготовили 10 %-ный крахмальный клейстер. После варки отдельные пробы кашицы и крахмальный клейстер охлаждаются до соответствующих температур: 30, 40, 50, 60 и 70°С и смешиваются с «угутом» согласно рецептуре [2]. После перемешивания определяли изменения вязкости в течение 10 мин.

Вязкость определяли на вискозиметре ротационного типа «Brookfield». В вискозиметре такого типа с вращающимся ротором характер течения продукта близок к простому сдвигу, что упрощает обработку опытных данных. Кроме того, при регулировании технологического процесса данный прибор позволяет проводить непрерывное испытание сред с высокой вязкостью [3]. Вискозиметр «Brookfield» имеет термостат, поддерживающий заданную температуру, а также позволяет варьировать значение угловой скорости.

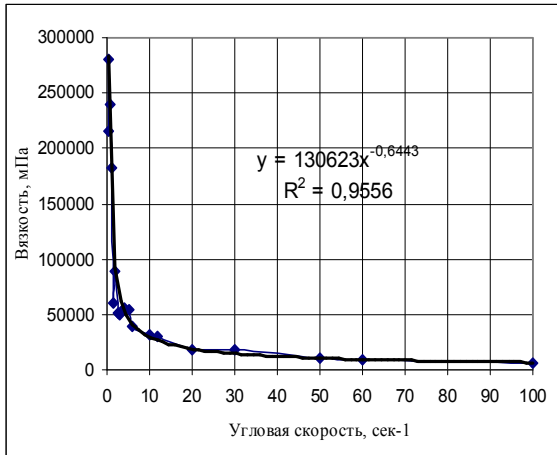
Динамическая вязкость  $\eta$  (в Па·с) продукта при сдвиге и момент на бесконечно длинном роторе связаны следующим образом:

$$\eta = M_c K / \omega$$

где  $M_c$  – момент сил сопротивления на внутреннем роторе, Н·м;  
 $K$  – коэффициент, зависящий от геометрического размера и формы поверхности, соприкасающийся с продуктом, м<sup>-3</sup>;  
 $\omega$  – угловая скорость внутреннего цилиндра, с<sup>-1</sup>.

Для данного вискозиметра задается угловая скорость, в нашем исследовании выбрана минимальная величина, равная 0,3 сек<sup>-1</sup>, для более точного определения изменения вязкости. Устанавливается код подобранного рабочего тела, для кашеобразных сред используется рабочее тело марки LVN4.

Для характеристики среды используются кривые течения – реограммы, которые представляют собой зависимость напряжения сдвига от скорости сдвиговой деформации в условиях простого



сдвига.

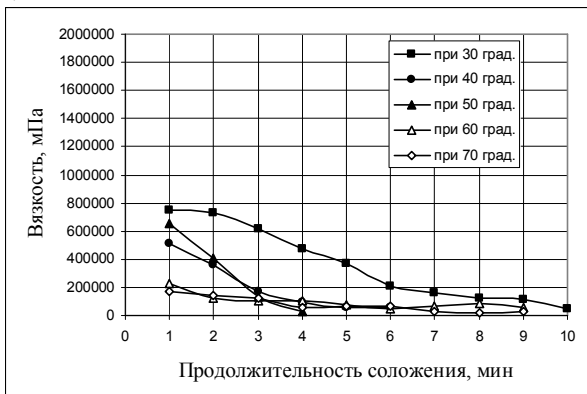
**Рис. 1. Зависимость вязкости от угловой скорости 10%-ного крахмального клейстера.**

При соложении «угутом» в течение 10 мин измеряли изменения вязкости субстратов от температуры. На рис. 2, 3, 4, 5 представлены кривые динамики этих изменений.

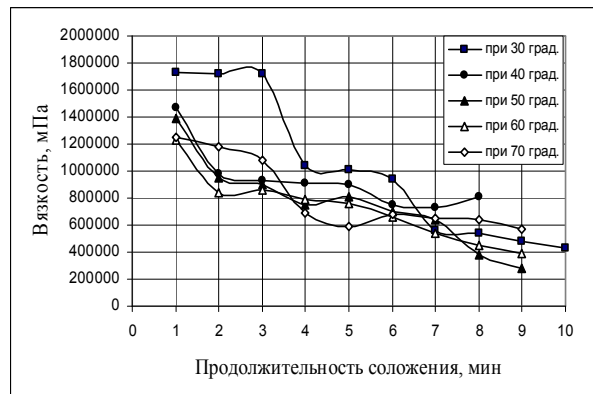
В зависимости от температуры воздействия вязкость различных субстратов по мере ферментативного гидролиза снижается неодинаково. С увеличением температуры начальная вязкость снижается и процесс идет более интенсивно, однако при 70°C процесс затормаживается, это можно объяснить частичной инактивацией ферментов.

Для всех субстратов оптимальной температурой действия ферментов является 50°C, т.к. при данной температуре отмечено минимальное значение вязкости и продолжительность процесса составляет 4 мин, тогда как при 60°C процесс длится 6 мин.

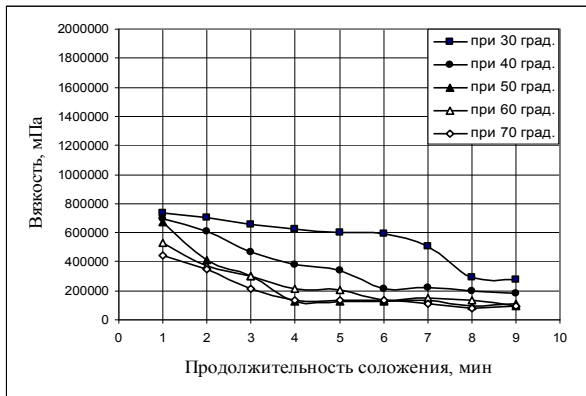
Для сравнения изменения вязкости при соложении «угутом» разных субстратов при одинаковых температурных условиях (30, 50, 70°C) представлены следующие графики (рис. 6, 7, 8).



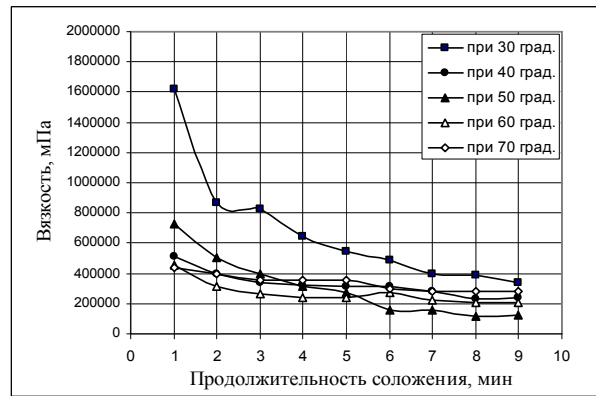
**Рис. 2. Динамика изменения вязкости при соложении 10 %-ного крахмального клейстера от температуры**



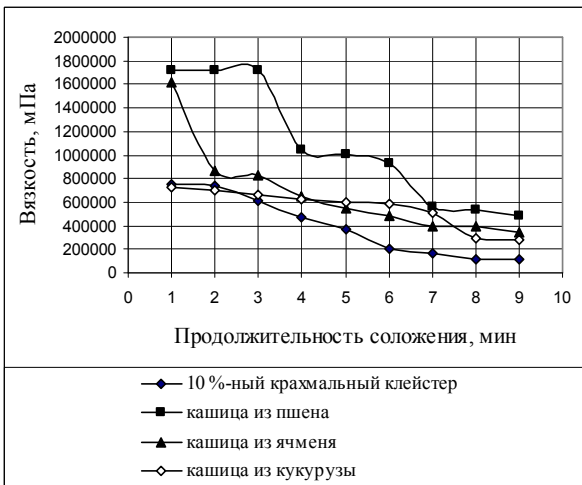
**Рис. 3. Динамика изменения вязкости при соложении кашицы из пшена от температуры**



**Рис. 4. Динамика изменения вязкости при соложении кашицы из кукурузы от температуры**



**Рис. 5. Динамика изменения вязкости при соложении кашицы из ячменя от температуры**

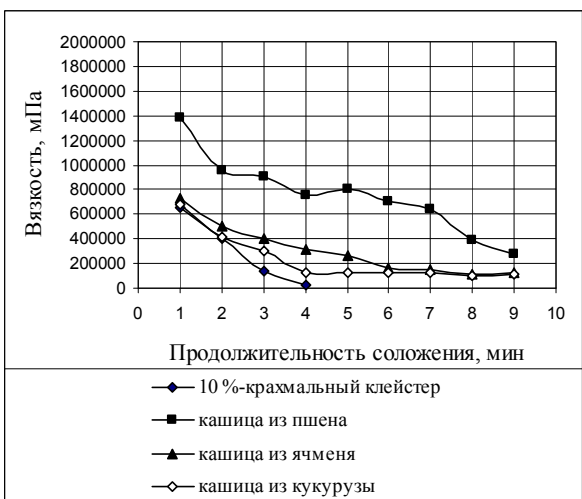


**Рис.6. Динамика изменения вязкости разных субстратов при температуре 30 °С**

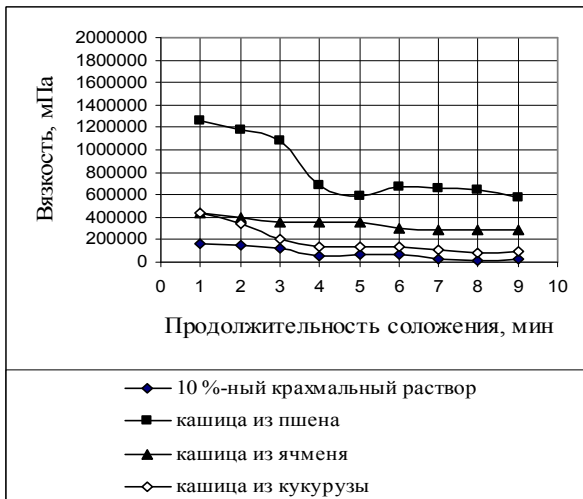
По графическим данным на рис. 6, 7, 8 кривая изменения вязкости при соложении кашицы из пшена лежит в верхних пределах. Это объясняется тем, что пшено перед варкой не подвергалось дроблению, а дисперсность частиц кукурузы и ячменя составляла 1,0 мм.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что для приготовления напитка целесообразно проводить измельчение зерна.

При измерении вязкости необходимо учитывать влияние температуры, т.к. при повышении температуры субстрата вязкость снижается, а при добавлении солода это величина снижается более значительно за счет гидролиза крахмала.

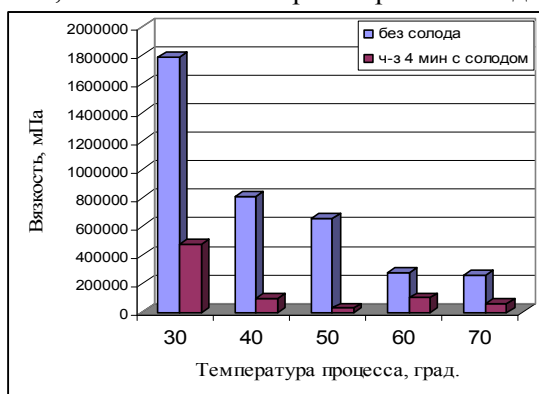


**Рис.7. Динамика изменения вязкости разных субстратов при температуре 50 °С**

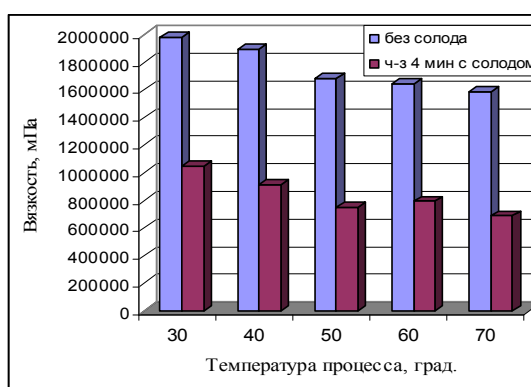


**Рис.8. Динамика изменения вязкости разных субстратов при температуре 70 °С**

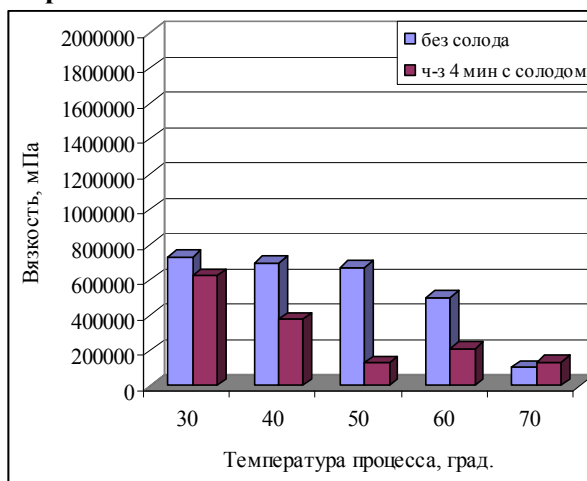
На рис. 9, 10, 11, 12 представлены диаграммы изменения вязкости субстратов в зависимости от температуры до и после добавления солода. Установлена оптимальная продолжительность процесса 4 мин. Разница снижения вязкости характеризует изменение вязкости субстратов с «угутом» только за счет процесса соложения. Аналогичные диаграммы представлены для субстратов из пшеницы, кукурузы и ячменя, но они носят разный характер изменения вязкости, ввиду того, что в их составе кроме крахмала содержатся другие вещества.



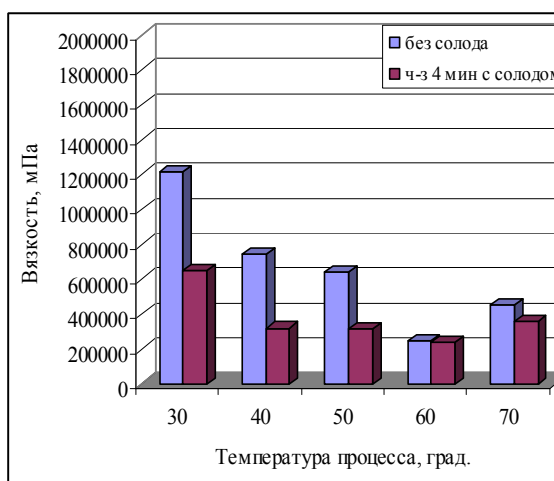
**Рис.9. Динамика изменения вязкости 10 %-ного крахмального клейстера в зависимости от температуры до добавления солода и после добавления через 4 мин**



**Рис.10. Динамика изменения вязкости кашицы из пшеницы в зависимости от температуры до добавления солода и после добавления через 4 мин**



**Рис.11. Динамика изменения вязкости кашицы из кукурузы в зависимости от температуры до добавления солода и после добавления через 4 мин**



**Рис.12. Динамика изменения вязкости кашицы из ячменя в зависимости от температуры до добавления солода и после добавления через 4 мин**

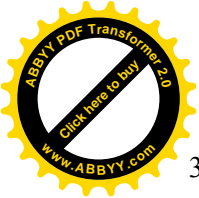
На представленных диаграммах видно, что в процессе соложения при температуре 50°C значения вязкостей минимальные, а при дальнейшем повышении температуры (для ячменя после 60°C) вязкости повышаются, что объясняется коагуляцией белков.

Исследовано влияние температуры на изменение вязкости различных субстратов при соложении «угутом»;

Установлено, что оптимальной температурой процесса соложения является 50°C, продолжительность - 4-5 мин.

### Литература

1. Веселов И.Я., Чукмасова М.А. Технология пива. -М.: Пищепромиздат, 1963.-451с.
2. Кыдыралиев Н.А. Разработка технологии производства национального напитка «Бозо» из зерновых культур: Автореферат дис. Кыдыралиева Н.А. к.т.н., Алматинский технологический университет. – Алматы, 2005, 22 с., ил. Рус.



3.Реометрия пищевого сырья и продуктов. Справочник / Под. ред. Ю.А. Мачихина. - М. Агпроиздат, 1990.-271с.



