

ВЯЗКОСТЬ НЕКРАХМАЛЬНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ РЖАНОГО СОЛОДА

В. Н. КОШЕВАЯ, Н. А. ЕМЕЛЬЯНОВА, Е. А. ЯКОВКИНА

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Зерно ржи и продукты его переработки отличаются высоким содержанием некрахмальных полисахаридов [1, 2]. Гемипеллюлоза зерна нерастворима в воде, но в процессе технологии солода и концентрата квасного сула в результате ее ферментативного гидролиза образуются водорастворимые продукты, обладающие высокой вязкостью. Гумми-вещества ржи представляют собой высокомолекулярные водорастворимые вещества, образующие очень вязкие растворы [2].

При производстве ржаного солода происходит ферментативный гидролиз этих полисахаридов, в результате чего уменьшается их молекулярная масса, а следовательно, и вязкость растворов. Однако приготовление сухого ферментированного солода довольно длительно и связано с дополнительными затратами. Поэтому в производстве концентрата используется также несоложенная ржаная мука и солод с сокращенным сроком томления. Применение же таких видов сырья обуславливает внесение в затор некрахмальных полисахаридов с различной степенью гидролиза, а следовательно, и различной вязкостью. Данных о вязкости этих веществ в литературе нами не обнаружено. Поэтому мы изучали изменение вязкости некрахмальных полисахаридов в процессе приготовления ржаного солода.

О вязкости растворов высокомолекулярных веществ чаще всего судят по относительной вязкости, которую удобно определять с помощью капиллярного вискозиметра и выражать отношением времени истечения раствора анализируемого вещества к времени истечения воды. При истечении в капилляре раствора полимера имеет место не только трение молекул растворителя о молекулы полимера, но и взаимодействие молекул полимера между собой. Такое течение раствора называется неньютоновским, а вязкость неньютоновской [3, 4].

Наиболее объективной величиной, характеризующей вязкость таких высокомолекулярных веществ, как некрахмальные полисахариды ржаного зерна, является характеристическая вязкость η [3, 5]. Она определяется в разбавленных растворах, где межмолекулярное взаимодействие может считаться исключенным [3, 6]. Когда раствор полимера протекает через капилляр, происходит трение молекул растворителя о молекулы полимера. Потеря энергии на трение проявляется в увеличении вязкости среды. В зависимости от величины скорости сдвига и от формы и величины молекулы потеря энергии будет большей или меньшей соответственно и вязкость раствора больше или меньше. Таким образом, η является мерой потерь энергии, обусловленных трением молекул о растворитель.

Из образцов ржи и приготавливаемого из нее солода выделяли препараты некрахмальных полисахаридов [1, 7]. Для определения η из выделенных препаратов гемипеллюлоз готовили щелочные, а из гумми-веществ водные растворы различной концентрации от 0,1 до 0,5 % по массе. В растворах вискозиметром Оствальда определяли относительную вязкость $\eta_{\text{отн}}$ (таблица). По полученным данным рассчитывали удельную вязкость $\eta_{\text{уд}} = \eta_{\text{отн}} - 1$ и приведенную $\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{уд}} / C$, а затем строили график зависимости $\eta_{\text{пр}}$ от C (рис.), по которому определяли η .

Для этого построенную для каждого образца прямую продолжали до пересечения с осью ординат. Отрезок, отсекаемый прямой на оси $\eta_{пр}$ отвечает величине η [4]. Полученные значения приведены в таблице.

Как видно из рисунка, η растворов гемицеллюлоз (сплошные линии) при производстве ржаного ферментированного солода сильно уменьшается, что можно объяснить ферментативным гидролизом этих веществ. Обращает на себя внимание резкое снижение вязкости гемицеллюлоз в замоченном зерне. По-видимому, это объясняется разрушением второстепенных связей при набухании зерна в результате его замачивания.

Таблица

Образец	$\eta_{пр}$ растворов гемицеллюлоз С, %						η растворов гемицеллюлоз	$\eta_{пр}$ растворов гумми-веществ при С, %					η растворов гумми-веществ
	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	
Рожь	1,720	1,405	-	1,721	1,844	2,620	1,38	1,203	1,440	1,751	2,124	2,646	1,62
Замоченное зерно	1,086	1,196	1,250	1,327	1,460	1,790	0,82	1,115	2,246	1,408	1,580	1,715	1,05
Свежепроросший солод при ращении, сут:													
1	1,113	1,324	-	1,608	1,856	2,060	0,75	1,121	1,270	1,441	1,640	2,154	1,10
3	1,089	1,266	-	1,510	1,872	2,450	0,48	1,132	1,282	1,459	4,660	1,900	1,15
Ферментированный солод при томлении, сут:													
1	1,054	1,104	-	1,255	1,450	2,370	0,25	1,081	1,202	1,348	1,410	1,655	0,80
2	1,063	1,200	1,305	1,320	1,700	2,160	0,23	1,065	1,168	1,303	1,464	1,629	0,55
5	1,040	1,120	1,180	1,246	1,352	1,460	0,18	1,047	1,102	1,176	1,249	1,380	0,40

При солодоращении ржи величина η растворов гемицеллюлоз снижается примерно в 1,5 раза по сравнению с замоченным зерном, что объясняется гидролизом гемицеллюлозы ферментами прорастающего зерна.

В первые сутки ферментации солода создаются особенно благоприятные условия для гидролиза гемицеллюлозы (температура около 40°C и влажность зерна 50-60%), поэтому и вязкость растворов гемицеллюлозы снижается в 2 раза. При дальнейшем томлении солода наблюдается лишь незначительное снижение вязкости, что вполне закономерно, так как температура в слое зерна не благоприятна для гидролиза гемицеллюлозы (выше 60°C). Кроме того, вследствие увеличения в процессе томления кислотности происходит инактивация цитолитических ферментов; следовательно, величина молекул уже почти не изменяется.

Характеристическая вязкость растворов гумми-веществ (штриховые линии) изменяется неравномерно. После замачивания зерна она сильно снижается (почти в 1,5 раза), по-видимому, за счет разрушения второстепенных межмолекулярных связей. Увеличение вязкости гумми свежепроросшего солода по сравнению с замоченным зерном можно объяснить изменением состава гумми-веществ в процессе солодоращения зерна за счет протекающего при этом гидролиза, гемицеллюлоз. По

данным [2], при солодоращении ржи значительно гидролизуются гемицеллюлозы, за счет этого увеличивается как количество гумми-веществ, так и их вязкость.

При ферментации солода вязкость гумми-веществ увеличивается по сравнению с свежепроросшим солодом почти в 2 раза. Это можно объяснить тем, что при томлении солода значительно повышается температура (особенно в первые сутки), понижается рН, увеличивается влажность, т. е. создаются условия, благоприятные для гидролиза некрахмальных полисахаридов. В результате уменьшается их количество, а вязкость за счет образования продуктов гидролиза с меньшей молекулярной массой.

ВЫВОДЫ

1. Характеристическая вязкость растворов гемицеллюлоз в результате солодоращения ржи и ферментации солода уменьшается.
2. Максимальную характеристическую вязкость имеют растворы гумми-веществ несоложенной ржи. При замачивании ржи она значительно снижается, при солодоращении несколько увеличивается, а при томлении уменьшается.
3. Характеристические вязкости растворов гемицеллюлоз и гумми-веществ солода после 2-х и 5-суточной ферментации мало различаются между собой. Поэтому с точки зрения степени гидролиза некрахмальных полисахаридов эти солода равноценны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев П. М., Семенова Т. И. Изв. вузов СССР, Пищевая технология, 1966 № 5, с. 42.
2. Кошечая В. Н., Емельянова Н. А., Мальцев П. М. Изв. вузов СССР, Пищевая технология, 1978, № 1, с. 64.
3. Цветков В. Н., Эскин В. Е., Френкель С. Я. Структура макромолекул в растворах. М., Наука, 1964, 719 с.
4. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии. М., Химия, 1976, 511 с.
5. Рафинов С. Р., Павлова С. А., Твердохлебова И. И. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. М., АН СССР, 1963, 334 с.
6. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. М., Мир, 1967, 398 с.
7. Салманова Л. С., Горбачкова Е. А., Нуждина Г. И. Тр. Всес. н.-и. ин-та пивобезалкогольн. пром-сти, 1962, вып. 9, с. 53.