

ИЗМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ И ПЛОТНОСТИ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ГУММИ-ВЕЩЕСТВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЖАНОГО СОЛОДА

Н. А. ЕМЕЛЬЯНОВА, В. Н. КОШЕВАЯ

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Концентрат квасного суслу готовят из несоложенной ржи, сухого и сырого ферментированного, а также неферментированного ржаного солода.

Для полного освещения изменений физико-химических свойств некрахмальных полисахаридов при производстве ржаного солода в выделенных из солода препаратах гемицеллюлоз и гумми-веществ определяли плотность ρ_0 и молекулярную массу M . Величину M устанавливали методом скоростной седиментации на ультрацентрифуге Г-120, развивающей до 60 тыс. об/мин, используя уравнение Манделькерн-Флори [1,2]

$$2,5 \cdot 10^5 = \frac{N_A \cdot \eta_0}{1 - v \cdot \rho_0} \cdot S \left(\frac{[\eta]}{M^2} \right)^{1/3}$$

где N_A - число Авогадро;

η_0 - вязкость растворителя, Па·с;

M - характеристическая вязкость полимера в растворе;

v - парциальный удельный объем полимера в растворе;

S - коэффициент седиментации.

Раствор гемицеллюлозы 0,2%-ной концентрации заливали в две кюветы. В первую односекторную кювету предварительно заливали шприцом тонкий слой (около 1 мм) дихлорэтана, как более тяжелую несмешивающуюся жидкость, а поверх — раствор гемицеллюлозы - 0,5 мл. Применение дихлорэтана дает четкую границу.

Во вторую двухсекторную кювету заливали шприцом тот же раствор гемицеллюлозы и затем через второе отверстие - 4%-ный раствор гидроксида натрия (растворитель). Конструкция кюветы обеспечивает спокойное поступление гидроксида натрия из второго отверстия через боковые щели, чем исключается смешивание его с раствором гемицеллюлозы.

Вначале при визуальном наблюдении через окуляр оптической системы ультрацентрифуги подбирали такую скорость вращения, при которой наступало седиментационное равновесие для данного раствора гемицеллюлозы. Практически пользовались скоростями вращения для всех препаратов от 27 до 34 тыс. об/мин. Время вращения составляло 18-24 мин.

После визуального установления равновесия при вращающейся ультрацентрифуге включалась система автоматической фотосъемки, полосы индикаторов седиментационных кривых фокусировались на фотопластинку. В каждом опыте делалось 6 снимков. Пластину проявляли, негативное изображение кривой проецировали через увеличитель на миллиметровку и по ней определяли расстояние от центра центрифуги до максимума седиментограммы X_T (рис. 1).

Коэффициент седиментации S рассчитывали из седиментограмм по уравнению:

$$S = \frac{1}{\omega^2} \cdot X \cdot \frac{dx}{dt} \cdot 10^3 = \frac{1}{\omega^2} \cdot \frac{d}{dt} \cdot \ln X \cdot 10^{-3}$$

где ω - угловая скорость ротора центрифуги, рад/с;
 X - расстояние от центра ротора центрифуги до максимума седиментограммы;
 dx/dt - tg угла наклона графика зависимости расстояния от центра центрифуги до максимума седиментограммы от времени.

Параметр $1 - \bar{v} \cdot \rho_0$, необходимый для расчетов M , рассчитывали по формуле:

$$1 - \bar{v} \cdot \rho_0 = \frac{1 - W_1}{m_1} \cdot \frac{dm}{dW}$$

где W_1 - содержание препарата в растворе, мас. %;
 m_1 - плотность раствора с содержанием в нем препарата;
 dm/dW - tg угла наклона графика зависимости плотности раствора m_p от содержания в нем препарата (рис. 2).

Плотность растворов m_p определяли пикнометрически.

Аналогично устанавливали M и в препаратах гумми-веществ, только растворителем была вода. Полученные данные сведены в табл. 1.

Таблица 1

Образец	[η] гемицел- люлозы	M гемицеллюлозы		K•10 ⁻⁵	[η] гумми	M гумми-веществ		K•10 ⁻⁵
		эксперимен- тально	расчетным путем			экспери- ментально	расчетным путем	
Рожь	1,38	590000	628701	0,2338	1,62	251000	201890	0,8434
Замоченное зерно	0,82	412000	373570	0,1990	1,05	105000	130850	1,0095
Солод свежепоросший								
3-суточный	0,48	258000	218670	0,1860	1,15	156000	143320	0,7371
Томленный 2-суточный	0,20	77000	91110	0,2590	0,55	67500	68543	0,7888
5-суточный	0,18	-	82000	-	0,40	70500	49856	0,6334

Молекулярная масса [1, 2] может быть рассчитана по уравнению
 Марка-Куна-Хаувинка

$$[\eta] = K \cdot M^a$$

где K , a — постоянные величины, характерные для данной системы.

Значения $[\eta]$, определенные по методике [3], приведены в табл. 1.

Величины K и a для ржаных гемицеллюлоз и гумми-веществ мы рассчитали по данным определения M .

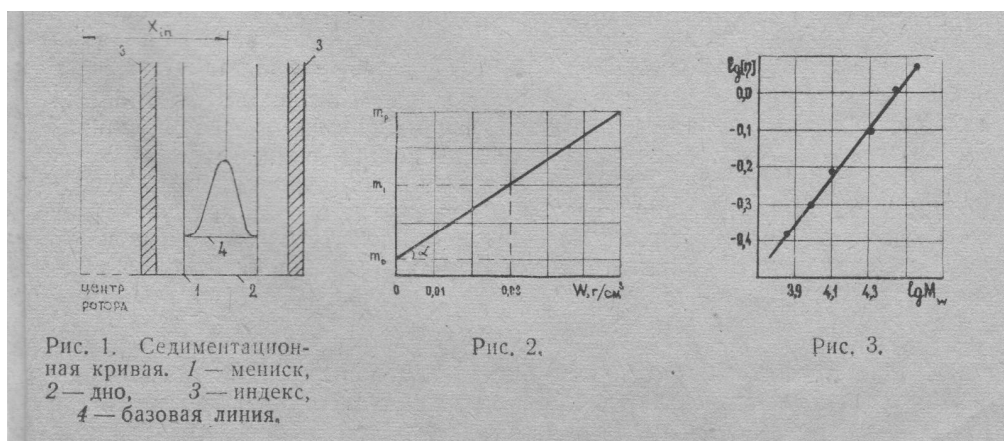


Рис. 1. Седиментационная кривая. 1 — мениск, 2 — дно, 3 — индекс, 4 — базовая линия.

Рис. 2.

Рис. 3.

Из графика зависимости $\lg[\eta]$ от $\lg M$ (рис. 3) видно, что между вязкостью растворов $[\eta]$ и M этих веществ соблюдается линейная зависимость, следовательно, $a=1$ [2].

Постоянную K рассчитали по уравнению [4]. Полученные значения были статистически обработаны (табл. 1) и определено среднее значение K , затем составлены уравнения, по которым можно рассчитать M гемицеллюлоз (5) и гумми-веществ (6) ржаного зерна и полученного из него солода:

$$[\eta] = 0,2195 \cdot 10^{-5} \cdot M$$

$$[\eta] = 0,8024 \cdot 10^{-5} \cdot M$$

Расчетные значения M , полученные по этим уравнениям, приведены в табл. 1, из которой видно, что молекулярная масса гемицеллюлозы заметно уменьшается уже в результате замачивания ржи. При солодоращении зерна она снижается примерно в 2 раза по сравнению с исходным зерном. Самое большое снижение M происходит в первые 2 сут томления: в 2-3 раза по сравнению с поступающим на томление солодом и в 7-8 раз по сравнению с исходной рожью. При дальнейшей ферментации солода она немного снижается.

Молекулярная масса гумми-веществ при замачивании уменьшается почти в 2 раза по сравнению с несоложенной рожью, по-видимому, из-за разрушения водородных связей в результате набухания зерна. При проращивании ржи M увеличивается, что объясняется гидролизом гемицеллюлоз и образующимися вследствие этого более высокомолекулярными соединениями, чем гумми-вещества исходной ржи. В первые 2 сут томления солода M гумми-веществ снижается более чем в 2 раза, что, вероятно, является следствием создания на этой технологической стадии оптимальных условий для действия цитолитических ферментов. В последующие сутки томления солода M почти не изменяется.

Плотность гемицеллюлоз и гумми-веществ определяли пикнометрически с бензолом по методу [3] (табл. 2). Так как препараты имели неодинаковую влажность, в дополнительных опытах выявляли ее влияние на плотность. Оказалось, что влажность (до 4-5% и свыше 14%) заметно влияет на плотность гемицеллюлоз и гумми-веществ, а в диапазоне 7-10% влажности влияния ее не наблюдается.

Образец	Гемицеллюлоза		Гумми-вещества	
	влажность, %	плотность, г/см ³	влажность, %	плотность, г/см ³

Рожь	10,1	1,266	7,4	1,148
Замоченное зерно	10,4	1,316	10,3	0,790
Солод свежепроросший				
3-суточный	12,0	1,402	9,5	0,925
Томленный				
2-суточный	8,4	1,385	9,9	1,271
5-суточный	10,3	1,276	10,1	1,055

Как видно из табл. 2, плотность препаратов гемицеллюлоз увеличивается при проращивании ржи, а при томлении солода она несколько снижается.

Плотность препарата гумми-веществ при замачивании зерна резко уменьшается, при проращивании сначала возрастает, а затем уменьшается. При ферментации солода плотность гумми возрастает на 2-е сутки, а затем снижается и остается на одном уровне до конца томления.

ВЫВОДЫ

1. В процессе приготовления ферментированного ржаного солода молекулярная масса гемицеллюлоз и гумми-веществ уменьшается.

2. Плотность гемицеллюлоз при проращивании ржи увеличивается, а при томлении снижается. Плотность гумми-веществ при производстве ржаного солода за счет гидролиза гемицеллюлоз и самих гумми-веществ изменяется неравномерно; в готовом солоде плотность гумми-веществ ниже, чем в исходном зерне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цветков В. Н., Эскин В. Е., Френкель С. Я. Структура макромолекул в растворах. М., Наука, 1964, 719 с.

2. Рафиков С. Р., Павлова С. А., Твердохлебова И. И. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. М., Изд-во АН СССР, 1963, 334 с.

3. Рябченюк Л. М., Емельянова Н. А. Ферментн. и спирт, пром-сть, 1977, № 5, с. 37.