

СОДЕРЖАНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ НЕКРАХМАЛЬНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ РЖИ

В. Н. КОШЕВАЯ, Н. А. ЕМЕЛЬЯНОВА, Л. С. САЛМАНОВА, П. М. МАЛЬЦЕВ

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Всесоюзный научно-исследовательский институт

пиво-безалкогольной промышленности, Москва

Из шести сортов ржи выделены гумми-вещества и гемицеллюлозы. Установлено, что содержание гумми-веществ в анализируемых сортах колеблется от 4,4 до 7,4%, а гемицеллюлоз - от 8,4 до 14,4%; суммарное же содержание этих веществ составляет 14,4-19% от сухого вещества. Определена относительная вязкость 0,5%-ных растворов этих веществ: в зависимости от сорта ржи у гумми-веществ она составляет 1,65402,149, а у гемицеллюлоз - 1,846-2,728. Методом бумажной хроматографии показано, что при кислотном гидролизе как гемицеллюлоза, так и гумми-вещества ржи дают глюкозу, арабинозу и ксилозу. Однако гумми-вещества отличаются более высоким содержанием глюкозы (36-70%), а гемицеллюлоза - пентоз (68-89%).

Основным сырьем для приготовления концентрата квасного сусла являются ржаной солод и несоложенная рожь. Существует довольно много сортов ржи, однако между ними не замечается большого разнообразия морфологических особенностей, так как принадлежность ржи к перекрестноопыляющимся растениям не дает возможности долго сохранять чистоту сорта [1].

Клеточные стенки зерен злаков имеют сложный состав и построены в основном из некрахмальных полисахаридов, к которым относятся целлюлоза, гемицеллюлоза, гумми- и пектиновые вещества. Современные знания о гемицеллюлозах и гумми-веществах зерен злаков основаны на исследованиях английских ученых, проведенных под руководством Приса и американских ученых Аспиналла, Перлина, Пэрриша [2-5]. Прис с сотр. [2] выделили гумми-вещества разных злаков и нашли, что все они содержат в своем составе левовращающий глюкозан и пентозаны и дают при кислотном гидролизе глюкозу, арабинозу и ксилозу. Величины соотношения глюкозана к пентозанам различны у разных злаков, оно больше у овса и ячменя, меньше у ржи и риса.

Аспиналл и Стаджи в гидролизатах ржаных гумми-веществ обнаружили 60% ксилозы, 29% арабинозы и 5% глюкозы [3]. Исследование гемицеллюлоз, выделенных из оболочек и эндосперма ячменя [4, 5], показало, что гемицеллюлозы состоят из левовращающего глюкозана и пентозанов, дающих при кислотном гидролизе арабинозу и ксилозу.

При гидролизе пленок оболочек ржи Дудкиным были обнаружены ксилоза, арабиноза, глюкоза, галактоза и уроновые кислоты [6]. Содержание слизей во ржи, по данным разных авторов, различно: по Прису - 1,05% [2], Кретовичу и Петровой - 2,0-2,5% [7], Бороноевой - 1,3-3,5% [8], Голенкову - 3,4-4,5 [9]. Таким образом, данные о содержании гемицеллюлоз и гумми-веществ в ржаном зерне, а также об их составе разнятся между собой. Большинство из них относится к сортам ржи, возделываемой за рубежом.

Данные советских авторов не затрагивают особенностей различных сортов ржи, выращиваемых в нашей стране. Целью настоящей работы являлось определение

содержания гемицеллюлоз и гумми-веществ различных отечественных сортов ржи и изучение их физико-химических свойств.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Методика

Для исследования было подобрано пять сортов ржи с различным содержанием белка и крахмала, а также один сорт тетраплоидной ржи, характеризующейся крупным зерном с одновременно высоким содержанием белка и крахмала (Белта). При выборе этих сортов учитывалось их использование для выработки красного ржаного солода, урожайность и перспективы дальнейшего выращивания. Пять образцов чистосортной ржи было получено от сортоучастков Украины и один образец несортной ржи - от Киевского завода солодовых экстрактов. Содержание крахмала и белка в зерне ржи определяли по принятым в промышленности методикам [10].

Гемицеллюлозу выделяли по методу Приса в модификации Салмановой [11]. Ржаную муку (100 г) обрабатывали солодовой вытяжкой (500 мл с содержанием 5% сух. веса) при 68-70° до полного осахаривания по йодной пробе (30-40 мин.) с последующей тщательной отмывкой водой от редуцирующих веществ. Из ржаной муки, освобожденной от крахмала и редуцирующих веществ, экстрагировали гемицеллюлозу семью частями 4%-ного раствора едкого натрия в течение 1 часа при комнатной температуре. Затем добавляли семь частей нагретой до кипения дистиллированной воды, тщательно размешивали и отжимом отделяли жидкую фазу.

Оставшийся осадок снова промывали пятью частями горячей воды и отжимали. Обе жидкие фазы соединяли и центрифугировали при 2 тыс. об/мин в течение 10 мин. с целью осветления, затем в два приема нейтрализовали соляной кислотой до pH 6,8-7,0. Гемицеллюлозу осаждали шестью объемами ацетона, осадок 5-6 раз промывали ацетоном и сушили в эксикаторе над серной кислотой. В полученных препаратах определяли влажность высушиванием до постоянного веса, содержание общего белка - по методу Кьельдаля, зольность - озолением в муфельной печи [10]. Углеводный состав гемицеллюлозы определяли методом восходящей хроматографии на бумаге марки С Ленинградского завода после кислотного гидролиза 1 г препарата в 100 мл 2%-ной соляной кислоты в течение 4 час. при 100° [4]. При хроматографии в качестве подвижной фазы использовали смесь пропанол - этилацетат - вода при соотношении объемов 7:1:2, проявитель - раствор анилин-фталата 1,14 мл анилина и 1,61 г фталевой кислоты в 100 мл насыщенного водой бутанола.

Положение пятен отдельных сахаров на бумаге определяли с помощью соответствующих метчиков. Участки бумаги, содержащие непро- явленные сахара, вырезали, разрезали на мелкие кусочки; сахара элюировали водой в течение 1 часа при 60-70°, растворы фильтровали через стеклянные фильтры № 2 и определяли сахара по методу Хагендорна - Иенсена [12].

Для выделения гумми-веществ была использована методика Приса и Мередита, модифицированная Семеновой [13], Рябченко и Емельяновой [14], которая сводилась к следующему. Для инактивации ферментов и освобождения от растворимых веществ ржаную муку (100 г) заливали кипящим этанолом (500 мл) крепостью 80 об.% и кипятили на водяной бане 30 мин. Затем муку отфильтровывали на бумажном фильтре, высушивали на воздухе, после чего повторно обрабатывали этанолом описанным способом. Из ферментно-инактивированной муки гумми экстрагировали дистиллированной водой при 50° и интенсивном перемешивании при гидромодуле 1 : 20. Полученный водный раствор гумми-веществ упаривали под

вакуумом, затем гумми осаждали добавлением к упаренному раствору этилового спирта до крепости раствора, равной 80 об.%. Осадок промывали несколько раз спиртом, потом ацетоном и высушивали в эксикаторе над серной кислотой. В гумми-веществах определяли те же показатели, что и в гемицеллюлозе, используя те же методики.

Результаты и их обсуждение

В анализируемых сортах ржи определяли влажность, содержание крахмала и белка. Полученные данные приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, корреляции между содержанием белка и крахмала в анализируемых сортах ржи не наблюдалось. Так, рожь сорта Вятка-2 с самым низким содержанием белка (9,09) имела относительно невысокое содержание крахмала (58,9%), Харьковская-55 при высоком содержании белка (14,96%) имела самое низкое содержание крахмала (58,25%), а Белта отличалась высоким содержанием как белка (13,46%), так и крахмала (62,55%).

Результаты определения количества гемицеллюлозы, содержащейся в анализируемых сортах ржи, а также характеристики выделенных препаратов гемицеллюлозы представлены в табл. 2. Как видно из таблицы, содержание гемицеллюлозы в изучаемых сортах ржи колебалось от 8,4 до 14,4%, причем по углеводному составу гемицеллюлозы значительно различались. Так, содержание глюкозы в Харьковской-55 составляло лишь 11%, в Вятке-2 - 18%, а в остальных сортах ржи оно находилось в пределах 25-34%, т. е. было в несколько раз больше.

Сорт Белта отличался составом гемицеллюлозы; количества глюкозы, арабинозы, ксилозы были почти одинаковыми. Во всех остальных сортах значительно больше ксилозы: 41-47%. Относительная вязкость 0,5%-ного раствора гемицеллюлозы была минимальна в сорте Кустро (1,846), несколько выше во ржи из Киевской области, в остальных сортах она значительно выше - 2,439-2,728. Обращает на себя внимание прочность связи гемицеллюлозы ржи с белками: все выделенные препараты содержали значительное количество белка (11-28%).

Содержание гумми-веществ и характеристика выделенных препаратов гумми представлены в табл. 3. У всех исследованных сортов ржи оно колебалось в пределах от 4,4 до 7,4%. В отличие от гемицеллюлозы гумми-вещества меньше связаны с белками и поэтому в выделенных препаратах белка почти не содержалось, только в сорте Белта оно было заметным (6,55%).

По углеводному составу гумми-веществ между сортами ржи наблюдались различия. Так, в сортах Харьковская-55 и Киевская глюкоза составляет соответственно 70 и 64%, в сортах Деснянка-2 - 56%, Кустро и Вятка-2 - 52-58%. Сорт Белта отличается одинаковым содержанием глюкозы, арабинозы и ксилозы.

Состав анализируемых сортов ржи

Таблица 1

Сорт ржи	Влажность, %	Содержание, % от сух. веса	
		крахмала	Белка
Харьковская-55	8,1	58,25	14,96
Белта	10,2	62,55	13,46
Деснянка-2	8,4	62,25	11,46
Кустро	8,0	60,43	11,15
Вятка-2	13,11	58,9	9,09
Рожь Киевского завода	11,18	59,6	11,04

Состав и физико-химические свойства гемицеллюлоз ржи

Таблица 2

Сорт ржи	Количество гемицеллюлоз, % сух. веса	Содержание в препарате, % от сух. веса		Относительная вязкость 0,5%-ного раствора	Углеводный состав кислотного гидролизата, %		
		белка	зола		глюкоза	арабиноза	ксилоза
Харьковская-55	11,8	17,0	6,6	2,728	11	48	41
Белта	10,1	26,3	6,5	2,435	25	27	47
Деснянка-2	10,6	24,3	7,2	2,652	34	30	36
Кустро	14,4	10,9	7,4	1,846	29	27	44
Фятка-2	8,4	18,4	7,3	2,725	18	35	47
Рожь Киевского завода	9,5	25,7	12,2	2,044	32	24	44

Содержание и физико-химические свойства гумми-веществ ржи

Таблица 3

Сорт ржи	Количество гемицеллюлоз, % сух. веса	Содержание в препарате, % от сух. веса		Относительная вязкость 0,5%-ного раствора	Углеводный состав кислотного гидролизата, %		
		белка	зола		глюкоза	арабиноза	ксилоза
Харьковская-55	4,4	Нет	3,7	1,716	70	15	15
Белта	4,3	1,78	6,9	2,090	56	21	23
Деснянка-2	4,4	6,55	10,4	2,008	36	30	34
Кустро	4,6	2,1	6,7	2,149	58	21	21
Фятка-2	7,4	Нет	4,1	2,038	52	21	27
Рожь Киевского завода	5,4	Нет	5,6	1,654	64	12	24

Растворы гумми-веществ всех сортов ржи обладали высокой вязкостью. Сорта Харьковская-55 и Киевская отличались несколько меньшей вязкостью гумми-веществ, что согласуется с их углеводным составом: относительно большим содержанием глюкозы и меньшим содержанием пентоз.

Из приведенных в табл. 2 и 3 данных следует, что все изучаемые сорта ржи имели высокое содержание некрахмальных полисахаридов: содержание гемицеллюлозы колебалось в пределах 8,4-14,4%, а содержание гумми-веществ - от 4,4 до 7,4%, суммарное же содержание гемицеллюлозы и гумми-веществ составляло 14,4-19% от сухого веса ржи.

При кислотном гидролизе как гемицеллюлозы, так и гумми-вещества ржи дают глюкозу, арабинозу и ксилозу, причем в составе сахаров кислотных гидролизатов наблюдаются различия между сортами ржи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любарский Л. П. 1954. Биохимия зерна, сб. 2, М., 209.
2. Preece J. A., Mackenzie K. G. 1952. J. Inst. Brew., 53, No 5, 353.
3. Aspinall G. O. 1962. J. Inst. Brew., 68, No 1, 167.
4. Preece J. A., Hobkirk R. 1954. J. Inst. Brew., 60, No 6, 490.
5. Preece J. A., Bhuian M. A. 1964. J. Inst. Brew., 70, No 4, 321.
6. Дудкин М. С. 1963. Исследование химического состава, строения, свойств полисахаридов и использование отходов переработки зерна. Автореф. докт. дис. Рига, 41.
7. Кротович В. А., Петрова И. С. 1947. Биохимия, 12, № 2, 97.
8. Бороноева Г. 1967. Мукомольно-элеваторная пром-сть, № 7, 11.
9. Голенков В. Ф., Траубенберг Г. Д. 1966. Прикл. биохим. и микробиол., 2, № 1, 27.
10. Мальцев П. М., Великая Е. И., Колотуша П. В., Зазирная М. В. 1976. Химико-технологический контроль производства солода и пива. М., Пищепромиздат, 446.
11. Салманова Л. С., Горбачкова Е. А. Нуждина Т. Н. 1962. Тр. ВНИИПБВП, вып. 9, 53.
12. Архипович Н. А. 1964. Химико-технологический контроль свеклосахарного производства, Киев, «Техника», 445.
13. Семенова Т. И. 1968. Водорастворимые гумми-вещества ячменя и их гидролиз в процессе затирания под действием ферментов солода и некоторых культур микроорганизмов. Канд. дис., Киев, КТИПП, 132.
14. Рябченко Л. М., Емельянова Н. А., Мальцев П. М. 1970. Ферментная и спиртовая пром-сть, № 6, 10.

CONTENT AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF CERTAIN NON-STARCH POLYSACCHARIDES OF RYE

V. N. KOSHEVAYA, N. A. EMELYANOVA, L. S. SALMANOVA, P. M. MALTSEV

*Kiev Technological Institute of Food Industry;
All-Union Research Institute of Brewing, Moscow*

Guma and hemicelluloses were isolated from six rye varieties. Their content of gums varied from 4.4 to 7.4% and that of hemicelluloses - from 8.4 to 14.4%. The total content of these compounds was 14.4 to 19.0% dry matter. Relative viscosity of 0.5% solutions of these compounds was determined: with respect to the rye variety it was 1.654 to 2.149 in gums and 1.846 to 2.728 in hemicelluloses. By paper chromatography it was found that upon acid hydrolysis both gums and hemicelluloses yielded glucose, arabinose and xylose. However, gums showed a higher content of glucose (36-70%) and hemicelluloses exhibited a higher content of pentoses (68-89%).