

законодавчої бази приводить до гальмування розв'язання існуючої гострої проблеми – відсутності натуральних вітчизняних продуктів дитячого та лікувально-профілактичного призначення.

У результаті проведених досліджень встановлено:

– вітчизняні виробники продуктів дитячого харчування випускають від 2 % до 10 % залежно від асортименту необхідних продуктів, використовуючи потужності на 0,35 % – 9,9 %. Всі підприємства, які раніше були спеціалізовані на випуск продуктів дитячого харчування, реформували власність, але відродження виробництва, крім окремих позитивних зрушень, не здійснюється. Підприємства використовують дуже незначну частину свого потенціалу на випуск продуктів для дітей, а основна частина потенціалу не задіяна або перепрофілюється на випуск прибуткової продукції;

– виробництво продуктів дитячого харчування, особливо на фруктово-овочевій основі, практично призупинилося, а продукти лікувально-профілактичного призначення не випускаються зовсім. Це пов'язано з тим, що ця продукція некомерційна, багатокомпонентна, порівняно дорога. Високі вимоги до якості та санітарії, сезонний характер виробництва, відсутність технологічної та технічної бази, застаріле обладнання та технології – все це привело практично до знищення галузі;

– для об'єднання наукових досліджень, розробок нових технологій із впровадженням у виробництво і випуск конкурентоздатної на внутрішньому і зовнішньому ринках екологічно безпечної продукції дитячого харчування, у тому числі лікувально-профілактичного призначення, необхідно запровадити створення Науково-технологічного парку.

Поступила 10.2010

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Статистичний бюлетень України /М-во статистики України; Відп. за вип.. В.В. Самченко. – К.: Техніка, 2010. – 576 с.
2. Показатели здоровья населения и деятельности учреждений здравоохранения Одесской области 2009 – 2010 годы. Организационно методический отдел областной клинической больницы. Одесса, 2010.
3. Рациональное питание, изд. II: / Под общ. ред. В.И. Смоляр. – Киев: «Наукова думка».
4. Про схвалення Концепції Державної цільової соціальної програми розвитку виробництва продуктів дитячого харчування на 2010–2014 роки [Текст] : [Розпорядження КМУ № 82–р від 13.01.2010].

УДК 602. 4 : [577. 15 : 633. 16]

КАПРЕЛЬЯНЦ Л.В., д-р техн. наук, профессор, ШУНЬКО А.С., аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ β -ГЛЮКАНА В ЗЕРНОВЫХ

В статье представлен модифицированный метод определения β -глюкана, включающий экстракцию водорастворимых полисахаридов из сырья с последующим кислотным гидролизом их до моносахаридов и определения последних L-цистеин-серноокислотным методом

Ключевые слова: β -глюкан, ячмень, ферменты, L-цистеин-серноокислотный метод

The article represents the modified method of β -glucan definition, which includes extraction of water soluble polysaccharose from the primary product followed by acid hydrolysis up to the monosaccharides and determination of them with the help of L-cysteine-sulfuric acid method

Key words: β -glucan, barley, enzyme, L-cysteine-sulfuric acid method.

В последние годы все большее внимание исследователей и практиков, производящих функциональные продукты питания, привлекают β -D-глюканы, которые представляют собой растительные полисахариды, обладающие способностью снижать уровень холестерина в крови, улучшать углеводный обмен, укреплять иммунитет и др. [1, 2, 3].

β -D-глюканы являются источником растворимых пищевых волокон, которые расщепляются ферментами микроорганизмов толстого кишечника человека и тем самым выполняют пребиотическую функцию. Процесс расщепления приводит к образованию полезных для организма короткоцепочных жирных кислот, которые способствуют защите от рака прямой кишки [4].

Так как β -глюканы полезны для человека, их стали включать в состав пищевых продуктов. Обычно зерновые не содержат β -глюканы в количестве, достаточном для обеспечения организма растворимыми волокнами. Вследствие этого возрос интерес к произ-

водству концентратов β -глюканов и к изготовлению обогащенных β -глюканами пищевых продуктов [5, 6].

В пищевых системах β -глюканы выполняют двойную функцию: как функциональный физиологический ингредиент и как гидроколлоид, регулирующий реологические и структуральные характеристики продуктов.

В литературе описан ряд методов определения β -глюканов в зерновом сырье, солоде, сусле, пиве, основанных на различных принципах. Различают методы осаждения β -глюканов органическими растворителями (весовой метод), ферментативный, флуориметрический с применением проточно-инжекционной системы анализа [6].

Флуоресцентный метод основан на создании комплекса калькофлуора (Calcofluor White M2R New), специфичного для β -глюкозидных связей β -глюкана, который определяется по возрастанию флуоресцентной интенсивности красителя, фиксируемой спектрофлуориметром [7].

Широкое применение получил ферментативный метод определения β -глюканов, основанный на экстракции β -глюканов в раствор буфера с последующим ферментным гидролизом (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -глюкан-4-глюкано-гидролазой (КФ 3.2.1.78) (лихеназой) до олигосахаридов и β -глюканазой до глюкозы. Глюкоза затем определяется спектрофотометрическим методом [8, 9].

Существует метод определения β -глюканов, основанный на определении глюкозы и пентоз в кислотных гидролизатах зерновых с помощью цветной

реакции с L-цистеином [10].

Целью настоящей работы является совершенствование метода определения β-глюкана, основанного на экстракции водорастворимых полисахаридов сырья с последующим кислотным гидролизом их до моносахаридов и определения последних спектрофотометрическим методом.

Общая схема определения содержания β-глюкана в зерне ячменя включает следующие этапы: подготовка зерна ячменя путем измельчения и просеивания до частиц размером 0,1...0,2 мм, спиртовая экстракция (50 %-ным этанолом) в течение 2 часов для удаления липидов, растворимых сахаров и дезактивации ферментов; щелочная экстракция β-глюканов (рН 10, Na₂CO₃ в течение 30 минут при температуре 45 °С, трижды), отделение центрифугированием осадка (G = 5000 мин⁻¹, в течение 15 минут); нейтрализация 2М соляной кислотой экстракта до рН 5; центрифугирование, с последующим определением β-глюкана L-цистеин-сернокислотным методом и крахмала ферментативным методом (рис. 1).

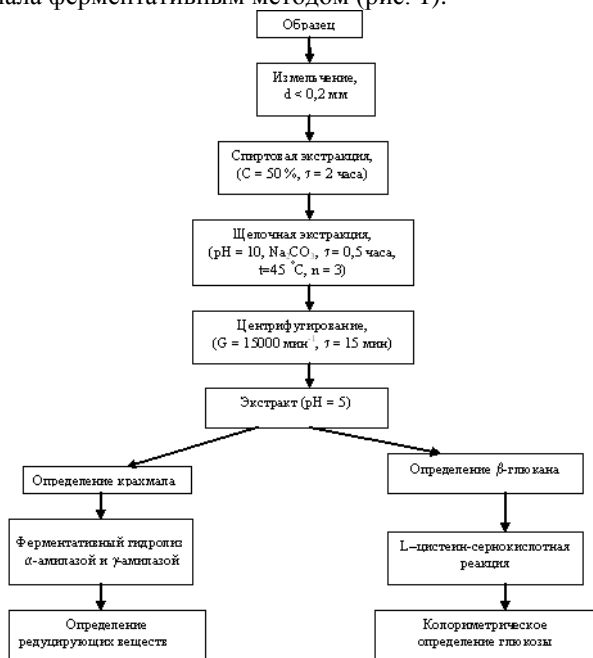


Рис. 1. Поэтапная схема определения содержания β-глюкана в зерне ячменя

Экстракцию β-глюкана из обезжиренного образца ячменя осуществляли при рН 10 (20 %-ным Na₂CO₃), гидромодуль 10 в течение 2 часов.

Исследовали влияние числа экстракций на вы-



Рис. 2. Зависимость выхода сухих веществ ячменя в раствор от числа экстракций ($t = 45 \text{ }^\circ\text{C}, \tau = 30 \text{ мин}, \text{pH} = 10, \text{ГМ} 10$, при перемешивании)

ход сухих веществ в раствор (рис. 2).

Как показали результаты исследований 90...95 %-тов сухих веществ переходят в раствор при 3-х кратной повторности экстракций.

Количественное определение содержания водорастворимых β-глюканов основано на гидролитическом расщеплении этого полисахарида серной кислотой до глюкозы с последующим её определением с помощью цветной L-цистеиновой реакции.

Следующим этапом работы было исследование моносахаридного состава полученных концентратов β-глюканов.

Моносахаридный состав легкогидролизуемых полисахаридов (ЛГП) концентрата осуществляли на хроматографе фирмы Agilent Technologies (рис. 3 и рис. 4), укомплектованным проточным вакуумным дегазатором G1379A, 4-х канальным насосом градиента низкого давления G13111A, автоматическим инжектором G1313A, термостатом колонок G13116A, рефрактометрическим детектором G1362A. Для проведения анализа была использована аминопильная хроматографическая колонка размером 4,6×250 мм, «Supelcosil-NH2-NP». Для проведения анализа устанавливают следующий режим хроматографирования:

- скорость подачи подвижной фазы 0,75 мл/мин;
- элюент водный 75 % раствор ацетонитрила;
- температура термостата колонки 25 °С;
- объем пробы 5 мкл;

Параметры рефрактометрического детектирования устанавливают следующие:

- время сканирования 0,5 сек.

Идентификацию сахаров производили по временам удерживания соответствующих стандартов.

Для определения моносахаридного состава ЛГП исследуемый раствор центрифугируют и фильтруют через мембранный тефлоновый фильтр с размерами пор 0,45 мкм в пиалу для анализа.

Из рис. 3 и 4 видно, что в моносахаридном составе концентратов присутствуют глюкоза, арабиноза и ксилоза. Моносахаридный состав концентрата β-глюканов из ячменя сортов «Вакула» и «Водограй» представлен в табл. 1

Из полученных результатов можно заключить, что в моносахаридном составе концентратов кроме глюкозы, содержание которой составляет 90...91 %, в гидролизате присутствуют остатки арабинозы и ксилозы, составляющие 3,3...4,2 % и 5,4...5,8 % соответственно,

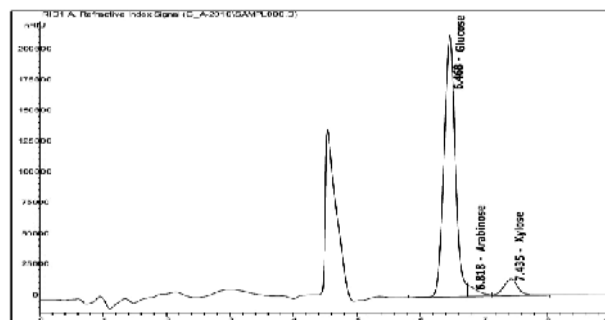


Рис. 3. ВЭЖХ-кривая определения моносахаридного состава концентрата β-глюкана из ячменя сорта «Вакула»

Таблиця 1
Моносахаридний склад концентратів β-глюканів із ячменя сортів «Вакула» і «Водограй»

Время уд., мин	Моносахарид	Концентрат из ячменя сорта «Вакула» (г/л)	Концентрат из ячменя сорта «Водограй» (г/л)	Концентрат из ячменя сорта «Вакула», %	Концентрат из ячменя сорта «Водограй», %
6,4	Глюкоза	50,12	45,84	91	90
6,8	Арабиноза	1,82	2,14	3,3	4,2
7,5	Ксилоза	2,89	2,98	5,4	5,8

которые являются структурными составляющими гемицеллюлоз ячменя. Модификация L-цистеин-сернокислотного метода позволяет определять количественно глюкозу в присутствии пентоз. Результаты исследований кривых поглощения глюкозы, ксилозы

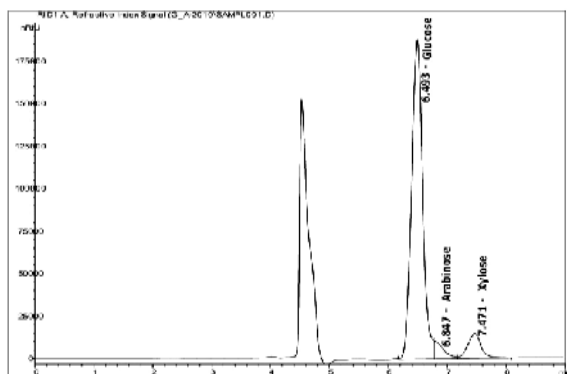


Рис. 4. ВЭЖХ-кривая определения моносахаридного состава концентрата β-глюкана из ячменя сорта «Водограй»

и арабинозы (рис. 5, 6, 7) показали, что даже при одинаковых концентрациях в растворе этих моносахаридов, ксилоза и арабиноза не влияют на количественное определение глюкозы, так как максимум поглощения пентоз отмечается при λ = 370...375 нм, а глюкозы при λ = 428 нм.

Для исключения при расчете содержания β-глюкана глюкозы, образованной при гидролизе крахмала, последний определяли в отдельной пробе экстракта фер-

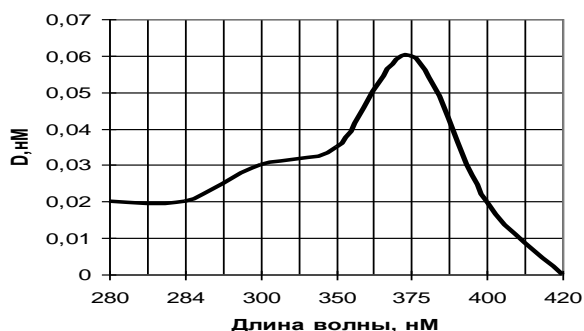


Рис. 6. УФ спектры раствора арабинозы C = 0,006 %

ментным методом, используя комплекс, содержащий 0,1 %-ный раствор α-амилазы (Vas. subtilis, активность 2000 АЕ/г, рН = 5) ГМ 2 и 0,1 %-ный раствор γ-амилазы (A. awamori, активность 6000 АЕ/г, рН = 5) ГМ 2 в течение 60 минут при 55 °С.

Описание метода определения β-глюкана:

1. Спиртовая экстракция. К 1 г измельченного зерна ячменя добавляли 10 мл 50 %-ного этилового спирта и осуществляли экстракцию при комнатной тем-

пературе в течение 2 часов.

2. Щелочная экстракция β-глюкана. К остатку после жировой экстракции добавляем 10 мл 20 %-ного раствора карбоната натрия и экстракцию осуществляем при перемешивании в течение 0,5 часа при температуре 45 °С. Отделяем жидкую фазу центрифугированием (G = 15000 мин⁻¹, τ = 15 мин) с последующей нейтрализацией экстракта 2М НСl до рН = 5, а твердый остаток повторно экстрагировали раствором соды. Подобную операцию осуществляли трижды. Затем три экстракции объединяли в колбу на 50 мл, которую доводили до метки дистиллированной водой.

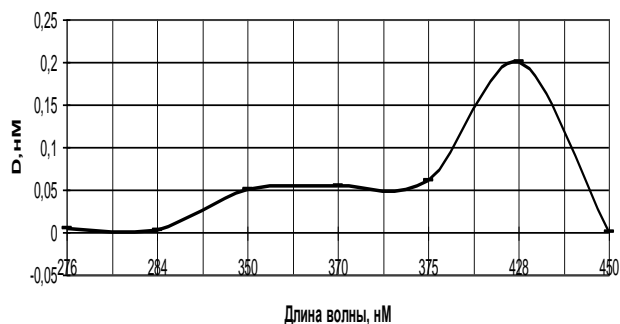


Рис. 5. УФ спектры раствора глюкозы C = 0,006 %

3. L-цистеин-сернокислотная реакция. К 1,2 мл экстракта, содержащего 2,1 мл L-цистеина прибавляли с помощью пипетки 6 мл 86 %-ной серной кислоты с последующим перемешиванием, затем суспензию ставили на водяную кипящую баню на 3 минуты. По истечении данного времени суспензию охлаждали при температуре 20 °С в течение 40 минут, после чего определяли содержание глюкозы по калибровочной зависимости (рис. 8).

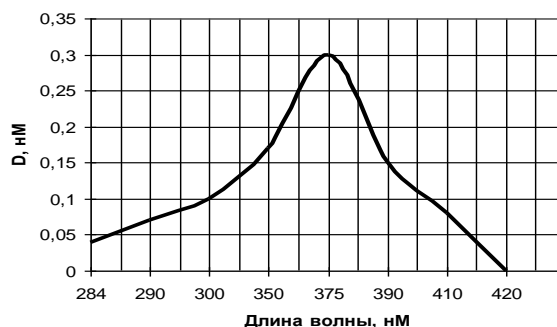


Рис. 7. УФ спектры раствора ксилозы C = 0,006 %

4. Определение содержания крахмала в экстракте. 1 мл экстракта кипятили в течение 10 минут, охлаждали до 50 °С, с последующим гидролизом 0,1 %-ным раствором α-амилазы и 0,1 %-ным раствором γ-амилазы. Ферментативный гидролиз осуществляли в течение 1 часа. Содержание глюкозы определяли по Хагедорну-Йенсену.

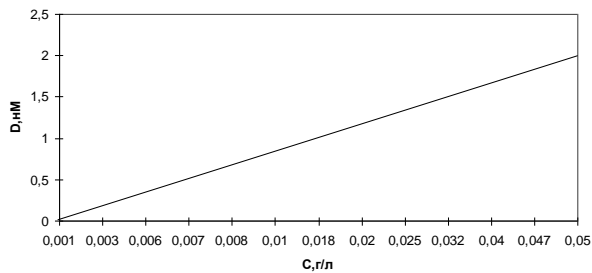


Рис. 8. Калибровочная прямая для определения глюкозы в гидролизате

Водорастворимый β -глюкан извлекали из 10 параллельно взвешенных проб, исследуя 3 различных сорта ячменя и проводили оценку путем сравнения результатов 3 независимых серий экспериментов А, В, С. Полученные результаты и статистическая обработка анализов содержания водорастворимых β -глюканов в образцах ячменя представлена в табл. 2 [11].

Такая запись говорит о том, что истинные значения экспериментальных данных Q_0 заключены в интервале: для образца ячменя сорта А — $76,438 \leq Q_0 \leq 76,638$ с надежностью $P = 0,95$, относительная погрешность измерения $\sigma = 0,1 \%$; для образца ячменя сорта В — $78,57 \leq Q_0 \leq 77,97$ с надежностью $P = 0,95$, относительная погрешность измерения $\sigma = 0,4 \%$; для образца ячменя сорта С — $75,803 \leq Q_0 \leq 75,763$ с надежностью $P = 0,95$, относительная погрешность измерения $\sigma = 0,03 \%$ [12].

Таким образом, модификация метода определения β -глюкана состоит в экстракции водораствори-

Таблица 2
Определение содержания β -глюкана в образцах ячменя
L-цистеин-серникоислотной реакцией

№ образца	А	В	С
1	76,57	78,3	75,79
2	76,52	78,5	75,80
3	76,51	78,1	75,77
4	76,50	78,1	75,76
5	76,56	78,5	75,75
6	76,50	78,4	75,79
7	76,55	78,3	75,78
8	76,53	78,0	75,80
9	76,57	78,2	75,79
10	76,57	78,3	75,80
Q_{ср}	76,538	78,27	75,783
ΔQ	0,1	0,3	0,02
σ	0,1 %	0,4 %	0,03 %
S₀	0,0024	0,08	0,00095

где $Q_{ср}$ — среднее арифметическое результатов измерения величины Q ;

ΔQ — абсолютная ошибка измерений величины Q ;

σ — среднеквадратичное отклонение (%);

S_0 — среднеквадратичная ошибка среднего из n измерений (стандартная ошибка)

$Q_{ист. А} \in [76,538 \pm 0,1], P = 0,95, \sigma = 0,1 \%$

$Q_{ист. В} \in [78,27 \pm 0,3], P = 0,95, \sigma = 0,4 \%$

$Q_{ист. С} \in [75,783 \pm 0,002], P = 0,95, \sigma = 0,03 \%$

мых полисахаридов сырья с последующим кислотным гидролизом их до моносахаридов и определения последних спектрофотометрическим методом. Данная методика позволила в рамках статистической ошибки достоверно определить содержание β -глюкана зерновых объектов

Поступила 10.2010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Lui S., Buring J.E. (2002) A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. J. Am. Coll. Cardiol. 39, 49-56.
- Behall K. M., Scholfield D. J. 2004b. Lipids significantly reduced by diets containing barley in moderately hypercholesterolemic men. Journal of the American College of Nutrition, Vol. 23, pp. 55-62.
- Brown L., Rosner B. (1999). Cholesterol – lowering effects of dietary fibre consumption by using tailored messages. Appetite, Vol. 35, pp. 35-43.
- Leadbetter J., Ball M. (1991). Effects of increasing quantities of oat bran in hypercholesterolemic people. American Journal of clinical Nutrition, Vol. 54, pp. 841-845.
- Li J., Wang J., Wang Y. (2003). Effects of barley intake on glucose tolerance, lipid metabolism, and bowel function in women. Nutrition, Vol. 19, pp. 926-929.
- Lupton J.R., Maier S.M. (2000). Serum lipids in hypercholesterolemic men and women consuming oat bran and amaranth products. Cereal Chemistry, Vol. 77, pp. 297-302.
- Wood P.J., Weisz J. (1984). Use of Calcofluor in analysis of oat beta-D-glucan. Cereal Chem. Vol 6, pp 73-75.
- Aman P. Analytical methods for the quantitative determination of mixed – linkage (1-3), (1-4)- β -D-glucans. // Proc. Of workshop, Cost – 92, Copenhagen. – p. 153-159.
- Aman P. Graham H. Analysis of total and insoluble mixed-linked β - D – glucans in barley and oat. // J. agric. Chem. – 1987. – 35. – p. 704-709.
- Flemming M., Manners D. The estimation of β -glucan in barley. // J. Inst. Brew. – 1974 – p. 399.
- Wood J. Paton D. (1977). Determination of β -glucan in oat and barley. Cereal Chem 54(3): 524-533.
- Методические указания по обработке результатов физических измерений / под ред. проф. докт. ф-мат. наук А. Е. Сергеевой – Одесса: ОНАПТ, 2001. – 21 с.

УДК 663.813:613.62:57.016

БЕЗУСОВ А.Т., д-р. техн. наук, профессор, СТЕЛЬМАШЕНКО К.В., аспірант, ВЕРБА О.В., магістр
Одеська національна академія харчових технологій

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ОВОЧЕВИХ НАПОЇВ ТА НЕКТАРІВ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОЇ ДІЇ

Розроблена технологія виробництва овочевих напоїв та нектарів, у яких в якості фізіологічно активних речовин буде виступати γ -аміноасляна кислота, яка утворюється в овочевій сировині при зміні газового середовища.

Ключові слова: γ -аміноасляна кислота, глутамінова кислота, глутаматдекарбоксілаза, гарбуз, томатний сік, напої.

Worked out technology of production of vegetable beverage and nectars in which as physiological active matters will come forward gamma aminobutyric acid which appears in vegetables at the change of gas environment.

Keywords: gamma aminobutyric acid, glutamic acid, glutamate decarboxylase, pumpkin, tomato juice, beverage.

Постановка проблеми. Концепція функціонального харчування вперше була сформульована в Японії в 1984 році. Саме цього року в Японії був даний старт Національному Проєктові Функціонального Харчування і введений термін — "функціональний продукт". По задуму творців, новий дизайн продуктів повинний стати рецептом поліпшення здоров'я людства і способом зниження економічних втрат національних