

УДК 664.641.12-021.4:664.66

\*ЮРГАЧОВА К.Г., д-р. техн. наук, професор, \*МАКАРОВА О.В., канд. техн. наук, доцент, \*ХВОСТЕНКО К.В., аспірант,  
 \*\*РИБАЛКА О.І., д-р. біол. наук, зав. відділу генетичних основ селекції  
 \*Одеська національна академія харчових технологій  
 \*\*Селекційно-генетичний інститут, м. Одеса

## ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БОРОШНА З БЕЗАМІЛОЗНОЇ ПШЕНИЦІ ЗА СТАНОМ ВУГЛЕВОДНО-АМІЛАЗНОГО КОМПЛЕКСУ

У статті розглянуто питання доцільності використання зернової сировини зі специфічними властивостями при виробництві різних видів борошняних виробів. Представлені результати досліджень стану вуглеводно-амілазного комплексу борошна пшениці ваксі.

**Ключові слова:** борошно пшениці ваксі, крохмаль, амілопектин, борошняні вироби.

The article presents study of reasonability of using grain materials with specific properties for production of different kind of flour products. The results of studies of carbohydrate-amylase complex of waxy wheat flour are shown.

**Keywords:** waxy wheat flour, starch, amylopectin, flour products.

Борошняні вироби відносяться до продуктів повсякденного харчування у раціоні населення нашої країни. При цьому останніми роками відбувається збільшення обсягів їх виробництва та постійне розширення асортименту в залежності від уподобань споживача [1,2].

Враховуючи зростаючу популярність виробів, до складу яких входить значна частина борошна, поліпшення якості та уповільнення черствіння даної групи продуктів харчування є одними з найбільш актуальних завдань. Адже, саме зовнішній вигляд, покращений смак продукту та забезпечення гарантійних термінів зберігання визначають його конкурентоспроможність на ринку.

востями тіста, текстурою та смаком. При цьому вимоги, яким повинно відповідати борошно, як основний рецептурний компонент, залежать від того, для виробництва яких груп виробів воно призначено [3].

Використання пшеничного борошна з найбільш придатними характеристиками для виробництва певних борошняних виробів вже давно практикується за межами нашої країни. Основні типи борошна, які мають специфічні технологічні властивості, представлені в табл. 1 [4-7].

За існуючими стандартами нашої країни пшеничне борошно класифікується лише за сортами [8]. Використання різних типів борошна при виробництві кожної з груп борошняних виробів у нашій країні відсутнє. Це призводить до ускладнення роботи технологів та не сприяє стабільній якості готових виробів.

Останніми роками науковцями, селекціонерами, спеціалістами зернопереробної та харчової промисловості приділяється багато уваги питанню розробки та впровадженню у виробництво різних видів борошна спеціального призначення. Необхідність створення сортів пшениці, специфічні характеристики яких направлені на поліпшення властивостей борошна та борошняних виробів, є актуальною проблемою, рішення якої забезпечить стабілізацію якості готової

Таблиця 1

Основні типи борошна

Тип борошна	Застосування	Особливості
Багатоцільове (All-purpose flour)	Домашня випічка	Вироблене з суміші м'якозерної та твердозерної пшениці; вміст білка: 8 – 11 %
Хлібопекарське (Bread flour)	Хлібобулочні вироби	Вироблене з твердозерної пшениці, вміст білка: 12 – 14 %
Поліпшене (Self-rising flour)	Бісквіти, печиво, хліб з хімічним розпушувачем	Багатоцільове борошно, яке містить сіль та поліпшувач
Бісквітне (Cake flour)	Бісквіти, печиво, кекси	Вироблене з м'якозерної пшениці, вміст білка: 7 – 9 %, великий вміст крохмалю
Кондитерське (Pastry flour)	Печиво, кекси, крекери	Проміжне за властивостями між бісквітним та хлібопекарським борошном, вміст білка: 8 – 9 %
Макаронне (Semolina flour, Durum flour)	Макаронні вироби	Вироблене з дурум пшениці, вміст білка: 11 – 12 %
Цільнозернове (Whole-wheat flour)	Хлібобулочні вироби	Великий вміст харчових волокон
Білкове (Gluten flour)	Діабетичні хлібобулочні вироби, суміш з безбілковим борошном	Вміст білка: 40 – 45 %, малий вміст крохмалю

Формування якості продукту залежить від багатьох чинників. Основний з них – технологічні властивості сировини, яка використовується при його виробництві. Як відомо, характеристики рецептурних компонентів впливають не лише на технологічні параметри процесів виробництва, а й формують подальші якісні показники напівфабрикатів та готових виробів. В залежності від виду, борошняні вироби значно відрізняються рецептурним складом, технологією виготовлення, структурно-механічними власти-

продукції.

Селекціонерами Одеського селекційно-генетичного інституту в останні роки виведено новий сорт пшениці – ваксі, крохмаль якої містить тільки амілопектин [9,10]. Для обґрунтування вибору груп борошняних виробів, при виробництві яких доцільно використовувати борошно пшениці ваксі (БПВ), досліджувалися його технологічні властивості. Був проведений аналіз сумішей хлібопекарського пшеничного борошна (ХПБ) з традиційним співвідношенням

Таблиця 2

Параметри процесу клейстеризації водно-борошняної суспензії

Назва показника	Співвідношення ХПБ та БПВ				
	100:0 (контроль)	75:25	50:50	25:75	0:100
Температура початку клейстеризації, °С	69,0	69,0	68,0	67,0	67,0
В'язкість максимальної клейстеризації, од. приладу	780	260	150	410	900
Температура максимальної клейстеризації, °С	88,0	86,0	78,5	75,0	74,0

амілози та амілопектину та БПВ.

Масова частка БПВ складала 25, 50, 75 і 100 %, відповідно. У якості контролю використовували ХПБ.

З огляду на те, що крохмаль БПВ відрізняється складом вуглеводів від традиційних видів борошна, вважається необхідним перш за все вивчити його вуглеводно-амілазний комплекс.

Дослідження стану та якісних характеристик крохмалю, як основної складової частини борошна, надає можливість підібрати найбільш прийнятні рецептури, прогнозувати якість готових виробів і встановити параметри ведення технологічного процесу при виробництві борошняних виробів.

Визначення температури максимальної клейстеризації та в'язкісних характеристик суспензії, як основних показників стану вуглеводно-амілазного комплексу, проводили на амілографі Брабендера.

Результати досліджень свідчать про значні відмінності властивостей крохмалю різних видів борошна, особливо їх сумішей (табл. 2, рис.1).

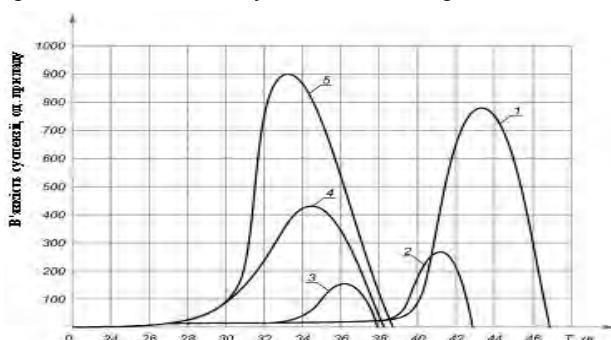


Рис. 1. Профілі амілограм борошняних сумішей при співвідношенні ХПБ та БПВ: 1 – 100:0 (контроль), 2 – 75:25, 3 – 50:50, 4 – 25:75, 5 – 0:100

Отримані дані свідчать, що зі збільшенням масової частки БПВ в борошняній суміші відбувається зниження температурних показників. Клейстеризація крохмалю БПВ починається при температурі на 2 °С нижче, ніж у традиційного борошна. У цього ж зразка в'язкість максимальної клейстеризації під час нагрівання досягається швидше і характеризується меншим значенням температури.

В порівнянні з контролем, температура максимальної клейстеризації для БПВ знизилася на 14 °С. Ця особ-

ливість крохмалю БПВ, мабуть, пояснюється відсутністю у його складі амілози. Між амілозою та ліпідами борошна відбувається комплексоутворення, яке призводить до укріплення структури крохмальної гранули, внаслідок чого процес клейстеризації крохмалю відбувається більш повільно та при вищій температурі [11,12]. Тобто, зі зменшенням масової частки амілози в борошняній суміші за рахунок внесення БПВ обмежується і вплив амілозо-ліпідних комплексів на процес клейстеризації.

Аналіз отриманих даних показав, що в'язкість клейстеризації крохмалю БПВ вища, ніж у ХПБ. Така тенденція, ймовірно, зв'язана з властивостями амілопектину, розгалужена структура якого сприяє значно більшому поглинанню води зернами крохмалю та збільшенню їх об'єму порівняно з традиційним крохмалем [13].

Суттєві зміни відбуваються і з показниками в'язкості клейстеру в залежності від вмісту БПВ у борошняній суміші. Так, при однаковій масовій долі ХПБ і БПВ в суміші, значення цього показника зменшується на 81 % порівняно з контролем. Процес клейстеризації при постійно зростаючій температурі характеризується дифузією молекул води всередині крохмальних гранул, їх гідратацією, прогресуючим набуханням та подальшим руйнуванням, що призводить до зміни співвідношення об'ємів часточок крохмалю та води в суспензії та впливає на показник в'язкості. Значні зміни цього показника, мабуть, обумовлені різною температурою клейстеризації крохмалю БПВ і ХПБ. Тобто, зменшення в'язкості клейстеризації при внесенні БПВ у борошняну суміш, ймовірно, пов'язано з деструкцією більшої частини його крохмальних гранул, яка відбувається при більш низькій температурі. Враховуючи особливості крохмалю БПВ, при його використанні для приготування борошняних виробів, ймовірно, необхідно буде скорегувати деякі технологічні параметри. Більш низька температура початку та максимальної клейстеризації

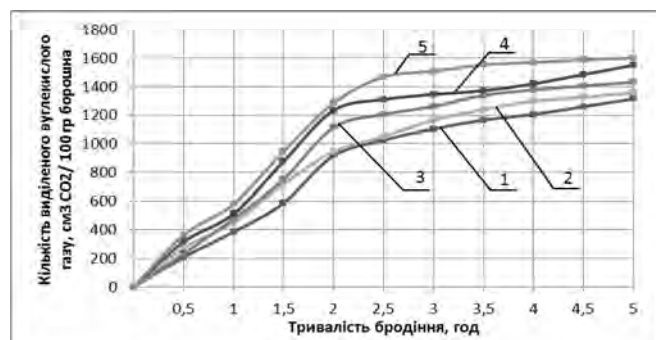


Рис.2. Залежність газоутворювальної здатності від співвідношення ХПБ та БПВ: 1 – 100:0 (контроль), 2 – 75:25, 3 – 50:50, 4 – 25:75, 5 – 0:100

БПВ призведе до змін температури випікання борошняних виробів і забезпечить зниження енерговитрат на виробництві.

В ході досліджень також було встановлено вплив масової частки БПВ на газоутворювальну здатність та інтенсивність бродіння борошняних сумішей (рис. 2, 3), як на одні з найважливіших факторів при визначенні технологічних параметрів виробництва дріжджових борошняних виробів.

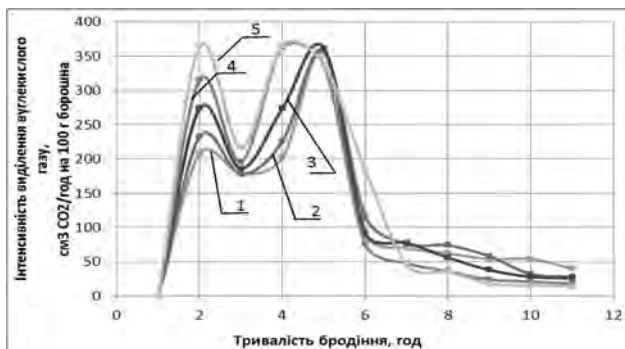


Рис.3. Залежність інтенсивності бродіння від співвідношення ХПБ та БПВ: 1 – 100:0 (контроль), 2 – 75:25, 3 – 50:50, 4 – 25:75, 5 – 0:100

Саме від газоутворювальної здатності борошна залежить інтенсивність, тривалість бродіння напівфабрикатів та, як наслідок, якісні характеристики готових виробів (об'єм, розпушеність м'якушки та колір скоринки).

Аналіз отриманих даних показав, що збільшення масової частки БПВ призводить до зростання газоутворювальної здатності борошняних сумішей. Так, порівняно з контролем, для зразка з 50 % БПВ цей показник підвищився на 9,0 %, а для БПВ кількість діоксиду вуглецю, що виділився протягом 5 годин бродіння, зростає на 22,0 %. Таку залежність можна пояснити деякими особливостями пшениці ваксі. Як відомо з літературних джерел, після помелу БПВ має значно вищу, ніж у звичайної пшениці, кількість зруйнованих крохмальних гранул [14]. Цей факт призводить до того, що питома поверхня зерен крохмалю БПВ зростає, внаслідок чого вони стають більш піддатливі амілолізу. Як наслідок, у тісті з БПВ під час бродіння відбувається накопичення більшої кількості цукрів, що утворюються під дією ферментів та забезпечують більш інтенсивне газоутворення.

Таке припущення підтверджують і результати дослідження впливу масової частки БПВ у суміші на автолітичну активність (рис. 4) за накопиченням водорозчинних речовин у водно-борошняній суспензії при її прогріванні.

Збільшення масової частки БПВ у суміші приводить до зростання автолітичної активності. Порівняно з контролем суміш з 50 % БПВ характеризується зростанням цього показника на 137,0 %, а БПВ на 162,0 %, відповідно. Така закономірність може бути пояснена більш інтенсивним амілолізом у зразків з БПВ, що сприяє зростанню кількості водорозчинних речовин.

Результати дослідження впливу масової частки БПВ на динаміку газоутворення свідчать, що зі збільшенням вмісту БПВ у суміші зростає інтенсивність бродіння вже на першому етапі (рис.5), що можливо обумовлено хімічним складом БПВ, а саме наявності у ньому більшої кількості власних цукрів. Для зразків, які містять значну частину БПВ – 75 і 100 %, зброджування дріжджовими клітинами мальтози починається на 30 хвилин раніше, ніж у інших зразках.

Діючим державним стандартом на борошно [8] передбачено визначення «числа падіння», яке відноситься до основних характеристик його якості. Дослідження на цей показник впливу БПВ у суміші по-

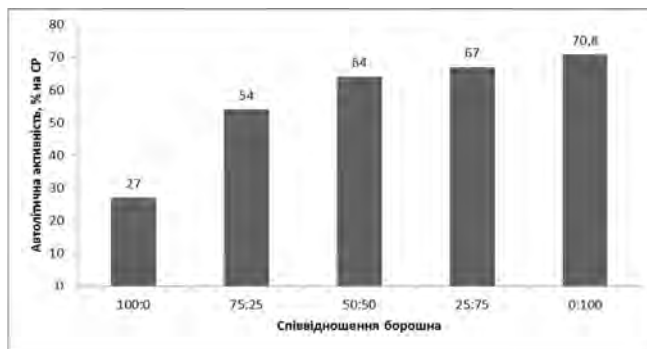


Рис. 4. Вплив масової частки БПВ на автолітичну активність борошняної суміші при співвідношенні ХПБ та БПВ: 1 – 100:0 (контроль), 2 – 75:25, 3 – 50:50, 4 – 25:75, 5 – 0:100

казало, що зростання масової частки даного борошна призводить до зменшення числа падіння борошняної суміші.

Так, для зразків з 50 та 100 % БПВ, він зменшився на 76,2% та 76,9% порівняно з контролем. Така залежність, можливо, пояснюється збільшенням частки ушкоджених зерен крохмалю при внесенні БПВ до складу борошняної суміші, що і призводить до розрідження борошняної суспензії за рахунок більш інтенсивного амілолізу. Однією з причин зменшення числа падіння може стати і температура, при якій відбуваються дослідження (майже 100°C). При таких температурних параметрах відбувається повне руйнування залишків набряклих зерен крохмалю ваксі, температура клейстеризації якого становить 74°C. Також впливати на «число падіння» може чутливість амілопектину до деформації при відсутності амілози [15].

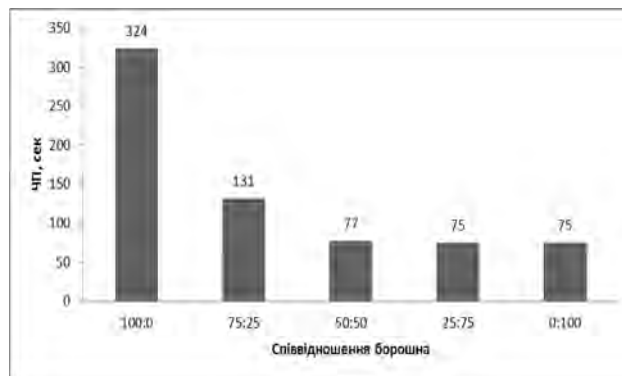


Рис.5. Вплив кількісного вмісту БПВ в борошняній суміші на число падіння при співвідношенні ХПБ та БПВ: 1 – 100:0 (контроль), 2 – 75:25, 3 – 50:50, 4 – 25:75, 5 – 0:100

Важливо зазначити, що низьке число падіння та висока автолітична активність для зразків, які містять БПВ, на нашу думку, не зв'язане з більшою активністю амілолітичних ферментів, що підтверджують дані, отримані на амілографі. Тому що, як відомо, зразки борошна з надмірною активністю амілаз (наприклад, з пророслого зерна) характеризуються надто низькими показниками в'язкості водно-борошняної суспензії, а максимальна в'язкість клейстеру з БПВ вища, ніж у контролю. Тобто для оцінки стану вуглеводно-амілазного комплексу БПВ визначення «числа падіння» не є об'єктивним показником для встановлення його якості. Тому для встановлення активності ферментного комплексу БПВ необхідно використовувати

інші методи.

Таким чином, результати дослідження характеристик вуглеводно-амілазного комплексу БПВ підтвердили можливість його використання у технології борошняних виробів. Для встановлення найбільш прийнятної вмісту БПВ у рецептурах різних видів борошняних виробів та його впливу на

якість готової продукції в процесі зберігання у подальшому необхідно провести ряд досліджень для вивчення впливу співвідношень рецептурних компонентів на структурно-механічні властивості різних видів тістових мас та готових виробів, особливості ведення технологічного процесу тощо.

Поступила 02.2012

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Соколов, А. Рынок кондитерских изделий Украины [Текст] / А. Соколов // Продукты и ингредиенты. – 2011. – № 5. – с. 26-32.
- Соколов, А. Развитие украинского рынка хлеба [Текст] / А. Соколов // Продукты и ингредиенты. – 2011. – № 6. – с. 28-31.
- Иоргачева, Е.Г. Технологические аспекты приготовления бисквитных полуфабрикатов на основе безглютеновых смесей [Текст] / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки // Хранительная наука, техника и технологии 2010: Сб. науч. Тр. Междунар. Науч. Конф. – 2010. – с. 233-238.
- www.namamillers.org
- http://whatscookingamerica.net
- http://www.wheatworld.org
- Хосни, Р.К. Зерно и зернопродукты [Текст] / Р.К. Хосни. Пер. с англ. под ред. Н.П. Черняева. – СПб.: Профессия, 2006. – 336 с.
- Рибалка, О.І. У цивілізованому світі добре розуміють харчову цінність натуральних продуктів здорового харчування [Текст] / О.І. Рибалка // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – №3. – с. 7-16.
- Рибалка, О.І. Пшениця ваксі з унікальними властивостями крохмалю: можливі напрямки її використання [Текст] / О.І. Рибалка, М.В. Червоніс, І.Г. Топораш // Хранение и переработка зерна. – 2005. – №7. – с. 24-28.
- Полумбрик, М.О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини [Текст] / М.О. Полумбрик. – К., Вид-во «Академперіодика» НАН України, 2011. – 486 с.
- Филлипс, Г.О. Справочник по гидроколлоидам [Текст] / Г.О. Филлипс. Пер. с англ. под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.
- Monisha Bhattacharya. Staling of Bread as Affected by Waxy Wheat Flour Blends [Текст] / Monisha Bhattacharya, Sofia V. Erazo-Castrejon, Douglas C. Doehlert and Michael S. McMullen // Cereal chemistry. – 2002. – Vol. 79, №2. – P.178-182.
- Nathalie Vignaux. Grant and Shahryar F. Kianian. Grain Quality Characteristics and Milling Performance of Full and Partial Waxy Durum Lines [Текст] / Nathalie Vignaux, Douglas C. Doehlert, Justin Hegstad, Elias M. Elias, Michael S. McMullen, Linda A. // Cereal chemistry. – 2004. – Vol. 81, №7. – P.377-383.
- Abdel-Aal E.-S. M. Physicochemical and Structural Characteristics of Flours and Starches from Waxy and Nonwaxy Wheats [Текст] / E.-S. M. Abdel-Aal, P. Hucl, R. N. Chibbar, H. L. Han and T. Demeke // Cereal chemistry. – 2002. – Vol. 79, №3. – P.458-464.

УДК 663.094.941:663.126

**ЧЕРНО Н.К., д-р техн. наук, професор, КОВАЛЕНКО О.В., канд. техн. наук, ШАПКИНА К.І., аспірант**  
Одеська національна академія харчових технологій

## ФЕРМЕНТАТИВНА ФРАГМЕНТАЦІЯ (1→3/1→6)-β-D-ГЛЮКАНУ КЛІТИННИХ СТІНОК *Saccharomyces cerevisiae*

Розроблено спосіб отримання водорозчинних фрагментів (1→3/1→6)-β-D-глюкану клітинних стінок дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* шляхом обмеженого ферментативного гідролізу. Надано характеристику молекулярно-масового розподілу отриманих продуктів. Встановлено раціональні умови ферментативної деструкції, застосування яких супроводжується максимальним накопиченням високомолекулярного фрагменту з максимальною фізіологічною активністю.

**Ключові слова:** β-глюкани, (1→3/1→6)-β-D-глюкан клітинних стінок хлібопекарських дріжджів, обмежений ферментативний гідроліз, водорозчинний β-глюкан.

A method for producing water-soluble fragments (1→3/1→6)-β-D-glucan *Saccharomyces cerevisiae* cell wall is worked out by the limited enzymatic hydrolysis. The characteristic of the molecular weight distribution of the products obtained is presented. The reasonable conditions for the enzymatic degradation are established. The use of the ones is accompanied by a maximum accumulation of the high molecular fragment with a maximum physiological activity.

**Keywords:** β-glucan, (1→3/1→6)-β-D-glucan of cellular walls of yeasts, a enzymatic is limited, water-soluble β-glucan.

Стрімке зростання темпів життя і розумових навантажень, екстремальні фактори навколишнього середовища негативно впливають на організм сучасної людини і, в першу чергу, викликають порушення системи імунітету, які лежать в основі патогенезу великого числа захворювань.

Одним з можливих напрямків підвищення резистентності організму людини є додаткове включення до складу раціонів харчування біологічно активних сполук і дієтичних добавок. До таких речовин відносять β-глюкан, що володіє імуномодулюючими, протипухлинними та радіопротекторними властивостями.

Бета-глюкани є полісахаридами, в яких залишки β-D-глюкопіраноз можуть бути з'єднані (1→3), (1→4) і (1→3), (1→6) глікозидними зв'язками. Ці полісахари-

ди в основному присутні у клітинних стінках зернових культур, дріжджів, водоростей, грибів. Зернові глюкани – це водорозчинні полісахариди лінійної структури, що складаються з β-D-глюкопіранозних одиниць, зв'язаних (1→4) і (1→3) глікозидними зв'язками (рис. 1). Глюкани дріжджів і грибів побудовано за іншим типом. Їх макромолекули мають розгалужену структуру, основою якої є кор, що складається з β-D-глюкопіранозних залишків, зв'язаних (1→3) глікозидними зв'язками. До положень О-6 моносахаридних залишків кору приєднуються бічні відгалуження, розмір яких варіює (рис. 2) [1].

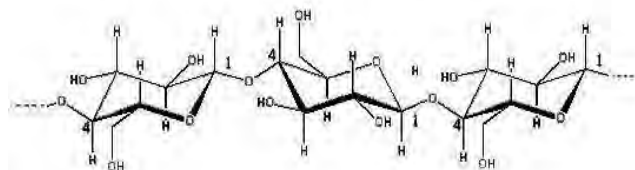


Рис.1. Структура глюкану вівса

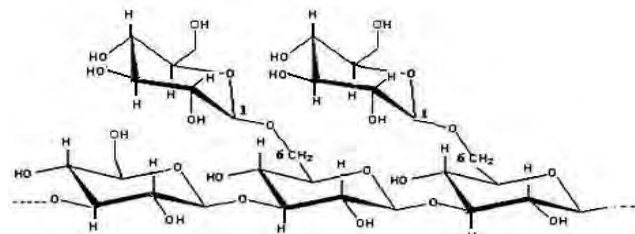


Рис. 2. Структура глюкану дріжджів

Структурні характеристики глюканів можуть суттєво відрізнятися залежно від джерела і способу їх одержання.