

Хлібопекарські властивості житнього борошна.

План лекції

1. Особливості складових житнього борошна.
2. Роль білків у формуванні структурно-механічних властивостей житнього тіста.
3. Значення вуглеводно-амілазного комплексу.
4. Визначення хлібопекарських властивостей житнього борошна.
5. Використання інших видів борошна у хлібопеченні.

Порівняно з пшеничним житній хліб має менший об'єм, темніше забарвлення, менше відношення висоти до діаметру (формостійкість). При визначенні його споживацьких якостей найважливіше значення мають структурно-механічні властивості м'якушки - ступінь її липкості, заминаємість, вологість чи сухість на дотик. Ці відмінності в якості житнього хліба обумовлені особливостями хімічного складу і хлібопекарських властивостей житнього борошна.

Особливості складових житнього борошна. Житнє борошно при вологості 14 %, залежно від сорту, містить, %: 7,0-11,0 - білкових речовин, 70-77 - вуглеводів, 1,1-1,6 - жирів, 0,6-1,3 - мінеральних речовин. Вуглеводи цього виду борошна представлені крохмалем, цукрами, розчинними (слизями) і нерозчинними пентозанами і клітковиною.

Розмір зерен житнього крохмалю коливається від 14 до 50 мкм. На відміну від зерен пшеничного крохмалю, вони захищені набухаючими речовинами (слизями тощо), внаслідок чого мало пошкоджуються під час помелу борошна. Крохмаль жита клейстеризується при температурі 52-55, тоді як пшеничний - при 60-67 °С, і утворює більш в'язкий клейстер, що повільніше старіє.

Вміст власних цукрів у житньому борошні становить 4,5-7 % на СР. Це в основному сахароза (4-6 % від маси борошна) решта - 0,2-0,4 % - редукуючі цукри: глюкоза, фруктоза, мальтоза.

Поряд з крохмалем і цукрами у житньому борошні містяться так звані гумі речовини, що складаються на 90 % із пентозанів, а також левулезани. Пентозанів у житньому борошні 4,2-8,6 %, із них водорозчинних – 30-40 %. Левулезани - водорозчинні сполуки є поліфруктозидами. Їх елементарною частиною є залишок фруктози (левулези). Розчинні пентозани і левулезани - гідрофільні сполуки, об'єм яких при гідратації збільшується в декілька разів, що позитивно впливає на консистенцію житнього тіста.

У складі житнього борошна 0,6-2,1 % клітковини. На відміну від клітковини пшениці, вона, в силу особливостей своєї будови, адсорбує значно менше води і практично не впливає на консистенцію тіста.

Білки житнього борошна на 50-56 % складаються з водо- і солерозчинних. Білкові речовини житнього борошна швидко набухають, зв'язують значну кількість води. Значна частина їх здатна до необмеженого набухання і пептизації, внаслідок чого утворюється в'язкий колоїдний розчин.

Порівняно з пшеничним борошном у житньому міститься більше ненасичених жирних кислот: лінолевої, олеїнової, ліноленової, а також фосфоліпідів і каротиноїдів. Частина ліпідів зв'язана з білками (ліпопротеїди), частина з вуглеводами (гліколіпіди).

На відміну від пшеничного борошна, у житньому в активному стані поряд з β -амілазою міститься α -амілаза. Це є підґрунтям для глибшого розщеплення крохмалю і накопичення в тісті низькомолекулярних декстринів і мальтози.

Оптимум дії α -амілази - рН 5,6...6,3, температура 60-70° С; α -амілаза інактивується при температурі 85-97° С залежно від рН тіста.

Оптимальні умови дії β -амілази - рН 4,5-4,8, температура 49-54° С. β -амілаза інактивується при 70-85° С залежно від рН. β -амілаза більш кислотолабільна, а α -амілаза більш термолабільна.

Протеїнази житнього борошна активні при рН 4-5. Внаслідок дії на білки протеїназ у тісті накопичуються продукти їх гідролізу, збільшується вміст водорозчинних речовин, тісто розріджується. Протеїнази житнього борошна

здатні активуватися відновниками, що містять сульфгідрильні групи, та інактивуватись окисниками.

У житньому борошні в активному стані знаходиться фермент із класу оксидоредуктаз - поліфенолоксидаза, що каталізує окислення амінокислоти тирозину киснем повітря з утворенням меланінів. Останні затемнюють м'якушку хліба. Присутні також ліпоксигеназа, целюлітичні та інші ферменти.

Хлібопекарські властивості житнього борошна. Як відомо, білки пшеничного борошна утворюють клейковину, яка обумовлює його пружність і еластичність, утворює сітчастий каркас, який забезпечує газо- і формоутримувальну здатність тіста, а. значить, і об'єм хліба.

Білки житнього борошна, на відміну від білків пшеничного, не утворюють клейковинного каркасу. Довгий час вважалося, що вони не здатні утворювати клейковину. Справа в тому, що у звичайних умовах клейковина жита не відмивається. Її можна відмити у слабких розчинах солей або органічних кислот. Вихід сирої клейковини становить 5-10%.

На цей час вважається, що білки утворюють з пентозанами водорозчинні комплекси, які заважають формуванню клейковини. Поряд з цим, водорозчинні білки взаємодіють з вуглеводами, утворюючи глікопротеїди, що також негативно впливає на процес утворення клейковини.

Завдяки підвищеній гідратаційній здатності білки житнього борошна інтенсивно набухають, більша частина їх набухає необмежено, пептизується і переходить у в'язкий колоїдний розчин. Значну роль у пептизації житніх білків відіграють ферменти протеїнази, оптимум дії яких відповідає значенням рН 4,0-5,5, тобто у межах кислотності житнього тіста. Внаслідок їх дії поглиблюється процес гідратації білків і перехід продуктів їх гідролізу у водний розчин.

Отже, роль білково-протеїназного комплексу в формуванні структурно-механічних властивостей тіста зводиться до утворення в ньому в'язкого колоїдного розчину, що надає тісту пластичності.

Вуглеводно-амілазний комплекс житнього борошна також має свої особливості.

У житньому борошні великий вміст власних цукрів (4,5-7,0). Полісахариди крохмалю амілоза та амілопектин легше піддаються гідролітичному розщепленню амілолітичними ферментами. Під дією α -амілази у тісті накопичуються низькомолекулярні декстрини, які швидко розщеплюються β -амілазою до мальтози. Поряд з цим мальтоза накопичується також внаслідок гідролітичного розкладу крохмалю під дією β -амілази на високомолекулярні декстрини і мальтозу. Тому газоутворювальна здатність житнього борошна більш ніж достатня. Сумарний вміст цукрів повністю забезпечує цукрами процеси дозрівання тіста, вистоювання тістових заготовок, а також меланоїдиноутворення.

Поряд з цим висока активність у процесі випікання сприяє утворенню вологої на дотик, дещо липкої м'якушки хліба.

Уже в перший період випікання крохмаль житнього борошна клейстеризується ($55-57^{\circ}\text{C}$). Ця температура близька до оптимальної, при якій β -амілаза активно гідролізує крохмаль до мальтози і високомолекулярних декстринів. У процесі подальшого прогрівання тіста при температурі 65°C настає оптимум активності α -амілази, яка крохмаль і накопичені високомолекулярні декстрини гідролізує до низькомолекулярних декстринів і мальтози. Ці обставини можуть призвести до того, що в процесі випікання під дією ферментів значна частина крохмалю буде гідролізована і внаслідок високої гідрофільності низькомолекулярних декстринів, що утворилися, м'якушка хліба стане липкою. Тому при оцінці хлібопекарських властивостей житнього борошна першочергове значення надають вуглеводно-амілазному комплексу, як такому, що формує основний показник якості житнього хліба - фізичні властивості його м'якушки.

З метою зниження активності α -амілази технологією приготування житнього хліба передбачається вища кислотність тіста.

Вуглеводи житнього борошна, а саме - набухлі зерна крохмалю і гідратовані пентозани відіграють значну роль у формуванні в'язких властивостей житнього тіста, що впливають на його консистенцію, газо- і формоутримувальну здатність.

Характер хлібопекарських властивостей житнього борошна в значній мірі залежить від крупності борошна. Вважається, що зі збільшенням виходу і зменшенням розміру частинок борошна підвищується активність його ферментів і, в першу чергу, амілолітичних, а також атакуємість біополімерів ферментами.

Таким чином, внаслідок глибокої гідратації та пептизації білків, гідратації пентозанів, дезагрегації й набухання крохмальних зерен формуються специфічні фізичні властивості житнього тіста, а саме - висока в'язкість і пластичність при відсутності еластичності й пружності. Ці властивості визначають підвищену вологість, газо- і формоутримуючу здатності житнього тіста, забезпечують його об'єм і формостійкість.

Житнє борошно має велику схильність до потемніння у процесі приготування хліба. Причиною цього є значний вміст у цих сортах борошна амінокислоти тирозину і ферменту тирозинази, що призводить до утворення меланінів.

Визначення хлібопекарських властивостей житнього борошна. Оскільки в силу особливостей вуглеводно-амілазного і білково-протеїназного комплексів житнього борошна в ньому у ході технологічного процесу накопичується значна кількість водорозчинних речовин, що значно впливають на якість хліба, хлібопекарські властивості житнього борошна оцінюють за величиною автолітичної активності. Автолітичну активність визначають за водно-борошняною суспензією або за експрес випічкою колобка. Автолітична активність борошна за автолітичною пробою (% на СР) має бути не більше: обойного - 55, обдирного, сіяного, житньо-пшеничного - 50. При визначенні автолітичної активності за експрес випічкою вміст водорозчинних речовин у м'якушці колобка має бути не більше 23-28 %.

Нормативною документацією на житнє борошно передбачається визначення амілолітичної активності за "числом падіння". За ГОСТ 7045-90 "Мука ржаная" число падіння має бути не менше: для борошна сіяного - 160, обдирного - 150, обойного - 105 с.

У дослідницькій практиці автолітичну активність житнього борошна визначають за допомогою приладу амілографа. Амілограф - це ротаційний віскозиметр. Під час визначення на стрічці самописця графічно фіксуються у вигляді кривої зміни в'язкості водно-борошняної суспензії при її прогріванні до температури повної клейстеризації крохмалю. За одержаною амілограмою визначають максимальну в'язкість суспензії по висоті кривої (η_{\max}) - це основний показник, що характеризує активність амілаз, а також температуру початку клейстеризації суспензії.

Пробні випічки для визначення хлібопекарських властивостей житнього борошна у хлібопекарських лабораторіях не проводяться через труднощі приготування і підтримування стабільної якості заквасок, на яких виготовляють житній хліб. У дослідницькій роботі практикується проведення пробних випічок за спеціальними методиками.

Інші види борошна. Борошно тритікале. Тритікале - це штучно створена зернова культура, яку отримали схрещенням пшениці (*Triticum*) і жита (*Secale*). Це пшенично-житній амфідиплоїд. Цей амфідиплоїд має високу урожайність, високий вміст білків, стійкість до низьких температур і захворювань. Завдяки цьому тритікале здатне суттєво вдосконалити всю структуру зернової маси України, особливо зон Лісостепу та Полісся.

За вмістом білку вітчизняні сорти тритікале багатші пшениці на 1-1,5 % (за деякими даними – на 9,5), жита – на 3-4 %. Зерно тритікале містить 14-16 % білків, тоді як його батьківські форми - 10-12 %.

Проламіни і глютеліни тритікале утворюють клейковини більше, ніж проламіни і глютеліни пшениці, але вона слабша, ніж клейковина пшениці (ИДК - 103-108 од.), має вищу гідратаційну здатність.

Крохмаль тритікале клейстеризується при температурі 56,5 °С. Борошно має високу автолітичну активність. Із зерна тритікале виробляють такі сорти борошна: перший, другий і обойне.

Згідно нормативної документації, вміст клейковини має бути, %: у борошні першого сорту не менше 18, другого і обойного – 16. Зольність борошна першого сорту не повинна перевищувати 0,75; другого – 1,50; обойного – 2,0 %.

За хлібопекарськими властивостями воно поступається пшеничному.

Борошно кукурудзяне. Борошно кукурудзяне використовують у виробництві деяких національних виробів, харчоконцентратів, а також як додаток при виробництві хліба з пшеничного або житнього борошна. Кукурудзяне борошно виробляють з виходом 70 і 85 % одно- і двосортним помелом.

При помелі зерна кукурудзи відділяють зародок.

У кукурудзяному борошні нормується вміст жиру. У борошні тонкого помелу допускається вміст 2,5 % жиру, а крупного - 3 %.

Основною складовою цього борошна є крохмаль (76-84 %), який має високу атакуємість амілолітичними ферментами. Тому газоутворювальна здатність кукурудзяного борошна більша, ніж пшеничного однакового виходу, але активність амілаз менша. Білки складають 8-11 % від маси борошна. У білку кукурудзяного борошна найбільший вміст становлять проламіни (зеїн) - 42 % на СР білків, глютеліни - 21,3 %. Вони мають слабку водопоглинальну здатність, не утворюють клейковину, тобто хлібопекарські властивості цього борошна низькі.

За найбільш дефіцитними амінокислотами (лізин, триптофан, метіонін) білки кукурудзи поступаються білкам пшениці.

Вівсяне борошно. У хлібопеченні вівсяне борошно використовують частіше для виробництва печива. Для збагачення хліба харчовими волокнами, незамінними амінокислотами використовують зерна вівса. У білках вівса лізину міститься удвічі більше, ніж у білках пшениці.

З вівса виробляють борошно дієтичне вівсяне. В його складі білків - 13; жирів - 6,8; крохмалю - 67,6; золи - 1,8 %. Борошно порівняно з пшеничним і житнім містить майже у два рази більше калію, магнію, фосфору. У білках вівса превалюють глютеліни (авенін).

Ячмінне борошно. Ячмінне борошно використовують для виготовлення хліба, перепічок у районах, де інші злаки не культивують. Це північні або високогірні райони. Зерно ячменю містить у середньому 16 % білків, з яких 60 % - проламіни (гордеїн) і глютеліни. З ячмінного борошна у теплій воді можна відмити клейковину, за якістю вона - короткорвана, нееластична, її гідратаційна здатність низька (90-160 %), має сірий колір. Хліб з ячмінного борошна низької якості, він швидко черствіє. Додавання 10 % цього борошна до пшеничного другого сорту незначно впливає на якість хліба.

За сумою незамінних амінокислот білок ячменю повноцінніший, ніж білок пшениці. У ньому міститься більше лізину на 47 і треоніну на 31 %.

У ячмінному борошні міститься, %: білків - 10,0; жирів - 1,6; крохмалю - 55,1; золи - 1,4.

Соєве борошно. Із сої виробляють дезодороване борошно повножирне, напівзнежирене і знежирене. Дезодорування (пропарювання) проводять з метою видалення пахучих речовин, а також речовин, що надають сої гіркового смаку. Залежно від крупності помелу, вмісту клітковини, кольору кожен із видів соєвого борошна виробляється вищого або I сорту.

Повножирне соєве борошно виробляють із зерен сої, що мають світле забарвлення. Одержують борошно кремового кольору. У цьому борошні вміст білків складає 38,5, жирів - 20,2; цукрів - 9; клітковини - 2,6; крохмалю - 16; золи - 4,7 %.

Напівзнежирене борошно виробляють із макухи після виділення олії методом пресування. Це борошно жовтого або світло-коричневого кольору, містить, %: жиру, 6,3 - жиру, 45,6 - білків, 20,7 - крохмалю, 5,2 - золи.

Знежирене борошно виготовляють із шроту (після видалення олії з насіння сої екстрактивним методом). Колір його світло-жовтий або сірий. Вміст, %: жиру - 1, білків - 48,9, крохмалю - 21, золи - 5,3.

Соеве борошно використовують у хлібопекарській промисловості як добавку, що поліпшує харчову цінність виробів. Насіння сої характеризується підвищеним вмістом лізину - до 6 % від маси білків.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Порівняйте органолептичні та споживацькі властивості житнього і пшеничного хліба.
2. Хімічний склад житнього борошна.
3. Особливості хімічного складу та фізичних властивостей крохмалю житнього борошна.
4. Гумі речовини, їх склад і властивості.
5. Особливості білково-протеїназного та вуглеводно-амілазного комплексів житнього борошна.
6. Роль білків борошна в утворенні структури житнього тіста.
7. Вуглеводно-амілазний комплекс борошна і його значення в газоутворенні під час дозрівання тіста і формування структури м'якушки хліба під час випікання.
8. Автолітична активність борошна. Що характеризує цей показник?
9. Методи визначення автолітичної активності.
10. Які ще види борошна використовують у хлібопеченні?

Література

1. В.І. Дробот. Технологія хлібопекарського виробництва. - К.: Логос, 2002. - С. 76-82.
2. В.І. Дробот. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. - К.: Руслана, 1998. - С. 72-77.